日本水産学会誌 第二十巻 第十一号 昭和三十年三月二十五日発行

日本水産学会誌

第二十巻 第十一號

Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries

Vol. 20, No. 11, 1955

目　次

ビニロン系網糸の繰返し加熱の影響について……小泉　孝・石井一美……959
On a simple instrument, Siomi-ito, for detecting underwater current
……Tasae KAWAKAMI and Yûnosuke IITAKA……962
各種肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響に就ての実験—Ⅱ．……藤田惣吉……965
有明海産シバエビの生活史について……池末　彌……969
アコヤ貝増殖に関する研究—Ⅲ．細菌によるアコヤ貝異常斃死について—(2)……小竹子之助……979
放射線（γ-線）の水産生物に及ぼす影響—Ⅰ．金魚卵の発生に及ぼす影響
……岡田郁之助・小坂部　勇・菊地武昭・今野健二郎……982
生体成分物質に及す放射線の作用—Ⅰ．γ-線による Vitamin C の変化
……岡田郁之助・小坂部　勇・菊地武昭・福島　清
山下久雄・佐々木正五・赤塚　盛・渡辺　渉……985
放射線による食品の防腐—Ⅱ．γ-線による食品の防腐
……岡田郁之助・小坂部　勇・菊池武昭・福島　清・山下久雄
佐々木正五・橋本一男・赤塚　盛・渡辺　渉……989
放射線による食品の防腐—Ⅲ．γ-線による食品の防腐
……岡田郁之助・小坂部　勇・菊池武昭・福島　清・山下久雄
佐々木正五・橋本一男・赤塚　盛・渡辺　渉……994
放射線による食品の防腐—Ⅳ．γ-線による食品の防腐
……岡田郁之助・小坂部　勇・福島　清・佐々木正五
橋本一男・渡辺　渉……997
放射線による食品の防腐—Ⅴ．γ-線による食品の防腐
……渡辺　渉・山下久雄・佐々木正五・岡田郁之助
小坂部　勇・菊池武昭・福島　清……1000
アサクサノリ（*Porphyra tenera* KJELLM）の生化学的研究—Ⅰ．
カタラーゼ作用力の変化について……山崎　浩……1006
防腐剤の混用による細菌の生育抑制効果について……與津知明・山田金次郎……1010
イカ煮熟肉の〝かたさ〟について……高橋豊雄・竹井　誠……1015
〝洗い〟の現象に関する研究—Ⅲ．死後に於ける筋肉の ATP 量と遊離 SH 基の消長
……野口栄三郎・山本常治……1020
〝洗い〟の現象に関する研究—Ⅳ．赤色及び白色魚肉魚類の死後の硬直について
……野口栄三郎・山本常治……1023
天然ビタミン油よりビタミンA濃縮物を経済的に製造する方法の研究—Ⅵ．
ビタミンA濃縮物のエステル化（其の1）酸クロリドによるアセチル化並にパルミチル化
……衣巻豊輔……1027
雑　　録……1035

昭和三十年

日本水産学会

The Japanese Society of Scientific Fisheries

TOKYO

CONTENTS

Effect of repeated heating on mechanical properties of Vinylon-line netting cords ..... Takashi KOIZUMI and Kazumi ISII 959

On a simple instrument, Siomi-ito, for detecting underwater current ..... Tasea KAWAKAMI and Yunosuke IITAKA 962

Experiments on the effects of various kinds and combinations of chemical fertilizers on the reproduction of *Daphnia longispina*—II ..... Soukiti HUZITA 965

On the life-history of *Metapenaeus joyneri* (MIERS) in Ariake sea ..... Wataru IKEMATUS 969

Experimental studies on the propagation of the pearl oyster, *Pinctada martensii*—III. On the unusual high mortality of pearl oyster caused by bacteria (2) ..... Nenosuke KOTAKE 979

On the effect of Co^{60} radiation to the aquatic animals—I. On the effect of the early development of gold-fish ..... Ikunosuke OKADA, Isami OSAKABE, Takeaki KIKUCHI and Kenjiro KONNO 982

Effect of radioactive-ray on the vital components and substances of an organism—I. Change of vitamin C by gamma-ray irradiation ..... I. OKADA, I. OSAKABE, T. KIKUCHI, K. FUKUSHIMA, H. YAMASHITA S. SASAKI, M. AKATSUKA and W. WATANABE 985

Experiment on the antisepsis of foods by radioactive-ray—II. Preservation of foods by gamma-radiation ..... I. OKADA, I. OSAKABE, T. KIKUCHI, K. FUKUSHIMA, H. YAMASHITA S. SASAKI, K. HASHIMOTO, M. AKATSUKA and W. WATANABE 989

Experiment on the antisepsis of foods by radioactive-ray—III. Preservation of foods by gamma-radiation ..... I. OKADA, I. OSAKABE, T. KIKUCHI, H. YAMASHITA, S. SASAKI K. HASHIMOTO, M. AKATSUKA and W. WATANABE 994

Experiment on the antisepsis of foods by radioactive-ray—IV. Preservation of foods by gamma-radiation ..... I. OKADA, I. OSAKABE, K. FUKUSHIMA, S. SASAKI, K. HASHIMOTO and W. WATANABE 997

Experiment on the antisepsis of foods radioactive-ray—V. Preservation of foods by gamma-radiation ..... W. WATANABE, H. YAMASHITA, S, SASAKI, I. OKADA, I. OSAKABE T. KIKUCHI and K. FUKUSHIMA 1000

Biochemical studies on *Porphyra tenera* KJELLM—I. On the change of the catalase activity ..... Hiroshi YAMASAKI 1006

Effect of mixed preservatives on the retardation of bacterial growth ..... Tomoaki OKITSU and Kinjiro YAMADA 1010

On the toughness of boiled squid meat ..... Toyo-o TAKAHASHI and Makoto TAKEI 1015

Studies on the "Arai" phenomenon (the muscle contraction caused by perfusing water)—III. Change in the amount of A.T.P., free SH group in muscle of fish shortly after the death. ..... Eizaburo NOGUCHI and Jyoji YAMAMOTO 1020

Studies on the "Arai" phenomenon (the muscle contraction caused by perfusing water)—IV. On the rigor-mortis of white meat fish and of red meat fish ..... Eizaburo NOGUCHI and Jyoji YAMAMOTO 1023

Studies on the economical manufacture of vitamin A concentrate from fish liver oil—VI. Esterification of vitamin A concentrate (1) Acetylation and palmitylation with acid chloride ..... Toyosuke KINUMAKI 1027

ビニロン系網糸の繰返し加熱の影響について

小泉 孝・石井一美
(三重県立大学水産学部)

Effect of Repeated Heating on Mechanical Properties of Vinylon-line Netting Cords

Takashi KOIZUMI and Kazumi ISII

In this paper we authors report the physical changes of vinylon-line netting cords caused by repeated heating. Samples used were Mewlon 20′S 3/9 (Upper twist : 56 and Lower twist : 130 for length 20 cm), Kanebian 20′S 3/6 (Upper twist : 68 Lower twist : 136), and Cremona 18′S 3/6 (Upper twist : 54 Lower twist : 112). Besides these we adopted Cotton 20′S 3/6 (Upper twist : 98 Lower twist : 184) compared.

They were disposed in hot water (60°C) either 20, 30 or 40 minutes respectively after immersing in water rest of the 24 hours, then exposed in air and these procedure was repeated.

Tensile strength, elongation, diameter and length of these samples were all measured at the end of every exposure. From these experiments, the following results were obtained.

1) Any cord settles gradually to a constant final length and diameter (Fig. 1 and Fig. 2).

2) The ratio of shrinkage between disposed and non-disposed ones is greater in each vinylon-line netting cord as compared with the case of Cotton. In the former case the difference is especially greater in Mewlon and Cremona than in Kanebian.

3) The change of diameter is shown in Fig. 2, from which it can be seen that there exist the same differences between Mewlon, Cremona and Kanebian, Cotton.

4) From the above mentioned fact, it may be understood that Mewlon and Cremona are referable to one category and Kanebian to the other, although these are belonging to a same sort of vinylon-line.

5) Tensile strength and elongation of each vinylon-line netting cord decrease with the increase of repeated heating, but each of these dimensions will finally reach to a constant value. Variabilities of both tensile strength and elongation of each vinylon-line netting cord have a tendency to decrease as we saw, but vice versa in the case of Cotton (Fig. 5). This fact may presumably be due to the difference of mechanism between netting cord of vinylon-line and Cotton.

6) As seen in Figs. 1～5, effect of heating-time is not recognized.

合成繊維漁網糸は耐海水性が大で防腐染料の必要は認められないが，諸種の漁業上の要求に応じて夫々染色を施している。然し乍らビニロン系合成繊維網糸は水中軟化点が低い[2]ので（80°C 内外），染色温度及び染色時間が重要な問題である。従つて著者等はビニロン系網糸に繰返し熱が加えられた場合，その網糸の物理的性質がどのように変化するかを見るため本実験を行つた。供試網糸は次の通りで綿糸は比較のために用いたものである。

品名	太さ	20 cm 間の撚数 上撚	下撚
ミュウロン	20′S 3/9	56	130
クレモナ	18′S 3/6	54	112
カネビヤン	20′S 3/6	68	136
綿糸	20′S 3/6	98	184

〔I〕実験方法

1) 糸長 30 cm のもの 200 本を 10 本宛束として一昼夜浸水させ，次で 60°C の温湯中に夫々 20, 30, 40 分間浸漬した後取出し，再び一昼夜気乾（蔭干）させたものから at random に第 1 回測定分だけ取出し，直径，長さ，抗張力及び伸度を測定した。

1954 年 10 月 5 日受理 三重県立大学水産学部業績 第 33 号

2) 抗張力及び伸度を測定しない残つた材料について一昼夜浸水させ，該温度時間処理し，一昼夜気乾ののち測定，以上の順序で繰返し加熱を行つた。

3) この場合単に吸水気乾の繰返しのみによる影響が考えられるので別に加熱せぬものも上と同様一昼夜浸水気乾を繰返して規準にした。

4) 長さの測定は網糸に夫々綿糸 30 番手2子4本で標識をつけ，この間の長さを糸の撚りが戻らぬ程度の張力（1g）をかけて測定した。直径の測定には読取顕微鏡を用い，抗張力及び伸度は自記装置を取付けた抗張力試験機（試験長 20 cm 初張力 5g）によつて測定した。

〔II〕実験結果

第1表及び第3表の数値は夫々 10 本の平均値と分散であり第2表の数値は 20 本の平均値と分散である。表中 D/D_0, T/T_0, E/E_0 は処理前即ち乾時に於ける直径，抗張力及び伸度と夫々処理した場合のそれ等の値との百分率であり，T/T_{zt}, E/E_{zt} は各繰返し回数毎に各熱処理したものとその回の熱処理せぬものの値との百分率である。加熱処理後一昼夜気乾の際の湿度は次の通りである。

Relative humidity at each repeated number

	I	II	III	IV
Mewlon 20's 3/9 Kanebian 20's 3/6	93.1	84.3	76.4	77.7 %
Cremona 18's 3/6 Cotton 20's 3/6	81.5	75.0	77.7	79.2 %

1) 長さの収縮は第1図からわかるように，ビニロン網糸は概して綿糸に比較して加熱処理した方が収縮の度合が大きく，ビニロン系網糸が繰返し4回までで 8～9% 収縮するに反し，綿糸では 5～6% に止るようである。これは合成繊維網糸のもつ特性のようで，特にミユウロンとクレモナでは無処理との差が大である。図中実線は単に乾湿を繰返した場合の長さの変化であるが，繰返し回数の増加につれて何れの網糸でもこの実験の範囲内では略々一定長に収斂するようであり，これは安田[3]が綿糸について行つた実験結果と符合するようである。

2) 直径の変化は第2図にす通りで，この場合も繰返し回数の増すにつれて何れの網糸も一定の直径に収斂する傾向にある。而して径の増大に於てもミユウロンとクレモナでは大体処理した方のが，その割合が大であるが，カネビヤン及び綿糸ではその差が余り著しくない。即ち第1図及第2図から，ミユウロン，クレモナとカネビヤンとでは同系統のビニロン網糸であるが網糸の機構上の差異があるものと思われる。

3) 抗張力及び伸度の変化は処理回数毎に湿度が異るので出来るだけ湿度の影響を避けるために，無処理のものだけを乾時との百分比として図上に実線で表わし，各処理回数毎の無処理に対する処理網糸の比は各処理時間毎に同じ図上に示した(第3図及第4図)。第3図に於てビニロン系網糸はすべて1回目に急激に抗張力が減少し，綿糸に於ては逆に増加しているがこれは1回目切断時までの気乾の状態が多分に湿度に支配されているのではないかと考えられる。第3図及び第4図からも，ビニロン系網糸は抗張力，伸度が本実験の範囲内では繰返し回数の増すにつれて，一定の値に達するであろうことが見られる。この点は綿糸に於ても僅かに見られるようであるが，加熱による影響はビニロン網糸と比べると殆んど無いようである。図中の点線はそれらの傾向を示す。

4) 第5図は各処理回数の各処理時間に於ける抗張力と伸度の変異度を示す。図中で処理回数 0 一線上の点は処理前即ち乾時の変異度の値であつて，点線で結んだ点は無処理の変異度である。これらの図からビニロン系網糸は加熱の繰返し回数の増すにつれて，変異度が小さくなる傾向があるが，綿糸は逆に大きくなつている。これは第3図及第4図の綿糸の抗張力と伸度の減少の傾向がビニロン系網糸のように顕著でないことと共に，綿糸の特質であろうと思われる。

5) 本実験に於ては第1図～第5図を見てわかるように加熱時間による影響は殆んど認められなかつた。

終りに本実験に当り試料を御提供下さつた日本絹網株式会社に深甚なる謝意を表する。

Table 1 Change of the length in each heating-time and repeated number

Kind of Cord \ Disposition, Repeated No.		non-disposition 0	I	II	III	IV	20 minutes 0	I	II	III	IV	30 minutes 0	I	II	III	IV	40 minutes 0	I	II	III	IV
Mewlon 20's 3/9	M %	100.0	98.2	97.1	95.5	95.4	100.0	94.5	93.7	91.7	91.8	100.0	94.2	94.3	92.8	90.9	100.0	94.1	94.4	92.6	92.1
	σ %		.64	.50	.80	.84		.44	.92	.79	.39		1.15	.95	.70	.78		.93	.96	1.11	1.12
	V ‰		7	5	8	9		5	10	9	4		12	10	8	9		10	10	12	12
Cremona 18's 3/6	M	100.0	96.6	95.1	94.5	94.2	100.0	92.9	92.0	92.6	91.2	100.0	92.8	91.8	91.9	91.6	100.0	92.8	91.6	91.3	91.0
	σ		.25	.31	.46	.42		.60	.54	.65	.64		.59	.79	.96	.76		.50	.63	.61	.59
	V		3	3	5	4		6	6	7	7		6	9	10	8		5	7	7	6
Kanebian 20's 3/6	M	100.0	93.3	92.6	92.4	91.8	100.0	91.6	91.7	90.6	91.3	100.0	91.1	91.6	89.7	88.5	100.0	90.8	91.4	90.4	90.7
	σ		.95	1.08	.57	1.12		.97	1.08	1.11	1.79		1.28	1.61	1.44	1.35		1.22	1.39	.87	1.47
	V		10	12	6	12		11	12	12	20		14	18	16	15		13	15	10	16
Cotton 20's 3/6	M	100.0	97.4	95.6	95.1	95.8	100.0	96.7	95.1	94.1	94.8	100.0	97.0	94.6	94.4	94.7	100.0	96.1	93.9	94.6	93.9
	σ		.12	.72	.77	.78		.75	.10	.48	.47		.35	.24	.42	.81		.68	.85	.83	.28
	V		12	8	8	8		8	1	5	5		4	3	4	9		7	9	9	3

M; Mean value of the percentage to initial length σ; Standard deviation V; $\frac{\sigma}{M} \times 1{,}000$

Table 2 The diameter in each case

Kind of Cord \ Disposition, Repeated No.		non-disposition 0	I	II	III	IV	20 minutes 0	I	II	III	IV	30 minutes 0	I	II	III	IV	40 minutes 0	I	II	III	IV
Mewlon 20's 3/9	M mm	.97	1.07	1.08	1.06	1.11	—	1.08	1.11	1.12	1.09	—	1.08	1.07	1.09	1.12	—	1.09	1.09	1.12	1.11
	σ mm	.048	.050	.042	.044	.057		.050	.049	.045	.055		.060	.045	.038	.059		.042	.076	.075	.057
	V ‰	49	47	39	42	51		46	44	40	50		56	42	35	53		39	70	67	51
	D/D₀ %	100	110	111	109	114		111	114	115	112		111	110	112	115		112	112	115	114
Cremona 18's 3/6	M	.79	.87	.88	.89	.91	—	.94	.94	.98	.95	—	.95	.92	.93	.94	—	.95	.91	.92	.97
	σ	.028	.052	.042	.037	.030		.056	.030	.060	.047		.052	.030	.060	.108		.043	.027	.054	.055
	V	48	59	48	42	33		60	32	61	49		55	33	65	115		45	30	59	57
	D/D₀	100	110	111	113	115		119	119	124	120		120	116	118	119		120	115	116	123
Kanebian 20's 3/6	M	.86	1.02	.99	1.04	1.02	—	1.08	1.00	1.02	1.04	—	1.03	99	1.01	1.06	—	1.04	1.00	1.03	1.07
	σ	.051	.061	.065	.074	.041		.036	.057	.046	.086		.038	.067	.080	.043		.064	.072	.056	.062
	V	59	60	66	71	40		33	57	45	83		37	68	79	41		62	72	54	58
	D/D₀	100	119	115	121	119		126	116	119	121		120	115	117	123		121	116	120	124
Cotton 20's 3/6	M	.76	.78	.86	.83	.82	—	79	.86	.86	.82	—	.82	.86	.85	.83	—	.80	.83	.86	.85
	σ	.038	.057	.135	.068	.063		.037	.112	.043	.050		.042	.045	.043	.028		.034	.054	.053	.050
	V	50	73	157	82	77		47	130	50	61		51	52	51	34		42	65	62	59
	D/D₀	100	103	113	109	108		104	113	113	108		108	113	112	109		105	109	113	112

M: Mean value σ; Standard deviation, $V = \frac{\sigma}{M} \times 1000$ D_0; Diameter before disposition

Table 3 The tensile strength and the elongation in each case

Kind of Cord		Disposition / Repeated No	non-disposition O	I	II	III	IV	20 minutes O	I	II	III	IV	30 minutes O	I	II	III	IV	40 minutes O	I	II	III	IV
Mewlon 20's 3/9	T	M Kg	4.73	4.12	4.21	4.12	4.34	—	4.03	4.09	3.93	4.03	—	3.91	4.08	3.99	4.16	—	4.07	4.08	3.85	4.07
		σ Kg	.303	.194	.236	.176	.160		.165	.234	.213	.219		.253	.232	.179	.239		.250	.278	.226	.202
		V ‰	64	47	56	43	37		41	57	54	54		65	57	45	58		61	68	59	51
		T/To %	100	87	89	87	92		85	86	83	85		83	86	84	88		86	86	81	86
		T/Tst %	—	100	100	100	100		98	97	95	98		95	97	97	96		99	97	93	94
	E	M %	27.3	34.7	35.0	35.2	35.8		38.0	38.4	36.9	37.4		37.3	38.8	37.9	38.8		40.1	38.7	37.0	39.0
		σ %	1.60	1.38	1.76	1.31	1.60		1.76	1.85	1.09	0.80		1.72	1.50	1.98	1.18		1.60	1.34	1.85	1.46
		V ‰	59	46	50	37	45		46	48	30	21		46	39	52	30		40	35	50	37
		E/Eo %	100	127	128	129	131		139	141	135	137		137	142	139	142		147	142	135	143
		E/Est %	—	100	100	100	100		109	110	105	104		107	111	108	108		116	111	105	109
Cremona 18's 3/6	T	M	5.22	4.53	4.79	4.91	4.81		4.42	4.56	4.62	4.50		4.16	4.55	4.48	4.39		4.40	4.56	4.62	4.31
		σ	.252	.226	.295	.300	.347		.280	.288	.208	.189		.251	.255	.199	.180		.451	.400	.412	.370
		V	48	50	62	61	76		63	63	45	42		60	56	44	41		102	88	91	86
		T/To	100	87	92	94	92		85	87	88	86		80	87	86	84		84	87	87	83
		T/Tst	—	100	100	100	100		98	95	94	94		92	95	91	91		97	95	92	90
	E	M	14.5	17.2	17.8	19.0	18.2		20.4	20.8	20.6	20.0		19.9	21.0	20.6	20.2		20.6	21.6	21.2	20.7
		σ	.52	.45	.81	.72	.74		.95	.84	.55	.41		.66	.72	.57	.68		1.43	.54	1.14	.78
		V	36	26	46	38	41		47	40	27	20		33	34	28	34		69	25	54	38
		E/Eo	100	119	123	131	126		141	143	142	138		137	145	142	139		142	149	146	143
		E/Est	—	100	100	100	100		119	117	108	110		116	118	108	111		120	121	112	114
Kanebian 20's 3/6	T	M	3.02	2.48	2.80	2.68	2.71		2.43	2.66	2.59	2.64		2.36	2.58	2.52	2.43		2.42	2.68	2.46	2.48
		σ	.192	.111	.216	.136	.189		.194	.180	.093	.070		.194	.116	.141	.120		.177	.183	.180	.215
		V	64	45	77	51	70		80	68	36	27		82	45	56	58		73	69	73	88
		T/To	100	82	93	89	90		81	88	86	87		78	85	84	80		80	89	81	82
		T/Tst	—	100	100	100	100		98	95	97	97		95	92	94	90		98	96	92	92
	E	M	31.5	38.8	39.6	39.4	39.8		43.4	40.2	38.8	37.8		41.6	37.8	38.7	37.8		39.9	38.9	39.7	36.9
		σ	1.46	.78	1.01	1.64	.90		1.52	1.80	1.42	1.11		2.00	1.75	1.64	1.75		1.94	2.87	2.04	1.62
		V	46	20	25	42	23		35	45	47	29		48	46	42	46		49	74	51	44
		E/Eo	100	123	126	125	126		138	128	123	120		132	120	123	120		127	124	126	117
		E/Est	—	100	100	100	100		112	102	98	95		107	95	98	95		103	98	101	93
Cotton 20's 3/6	T	M	3.09	3.38	3.38	3.20	3.15		3.25	3.30	3.15	3.13		3.32	3.21	3.22	2.97		3.38	3.30	3.15	3.13
		σ	.304	.213	.174	.151	.281		.196	.222	.202	.196		.174	.202	.257	.403		.116	.144	.186	.449
		V	98	63	52	47	89		60	67	64	63		52	63	80	136		34	43	59	143
		T/To	100	109	109	104	102		105	107	102	101		107	104	104	96		109	107	102	101
		T/Tst	—	100	100	100	100		96	98	98	99		98	95	101	94		100	98	98	99
	E	M	21.0	27.8	28.2	26.6	25.6		29.4	27.9	27.9	27.3		30.2	27.8	28.6	27.3		30.3	28.2	28.7	24.2
		σ	1.30	.95	1.64	1.78	2.61		1.20	1.76	2.24	2.32		.88	1.50	1.53	2.62		1.12	1.79	2.32	3.04
		V	62	34	58	67	102		41	63	80	85		29	54	54	96		37	64	81	126
		E/Eo	100	132	134	127	122		140	133	133	130		144	132	136	130		144	134	137	115
		E/Est	—	100	100	100	100		106	99	105	107		109	99	108	107		109	100	108	95

To Eo ; Tensile strength and Elongation before disposition

Tst , Est ; Tensile strength and Elongation of non-disposition

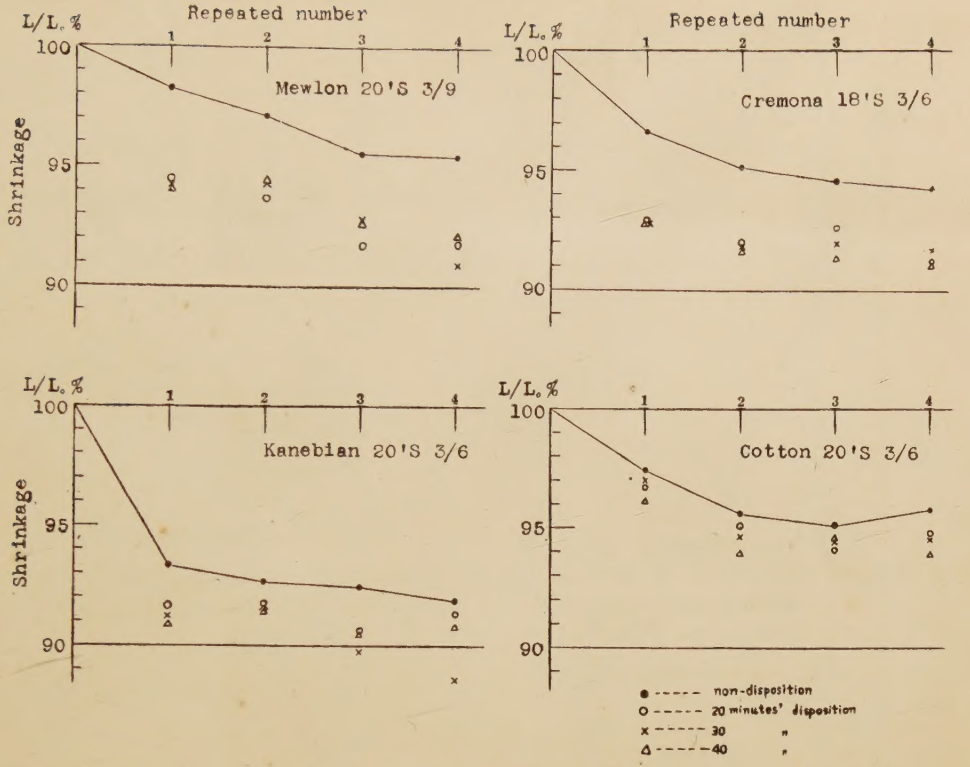


Fig. 1. Relation between the shrinkage of the length and the number of repeated heating.

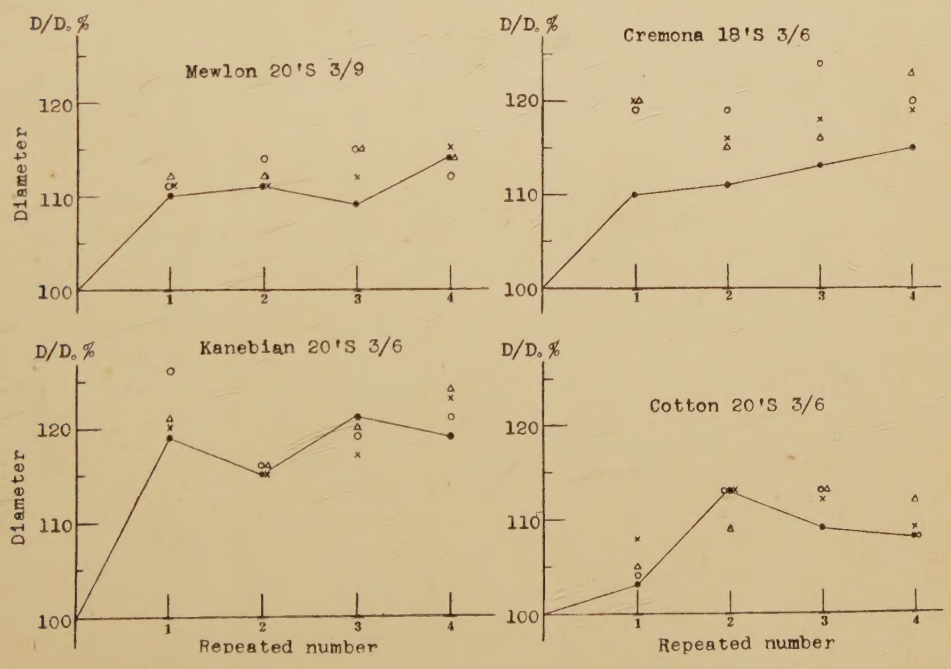


Fig. 2. Relation between the diameter of cords and the number of repeated heating. Every marks are given in proportion to Fig. 1.

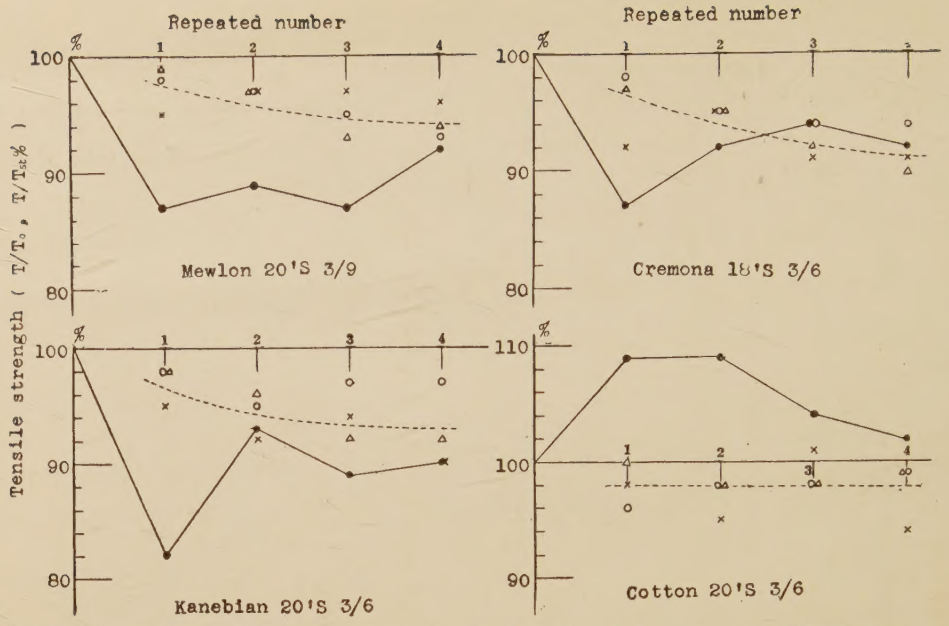


Fig. 3. The change of the tensile strength related to the number of repeated heating. ● ; non-disposition, using T/T_0 : ○, ×, △ ; 20, 30, 40 minutes disposal respectively, using T/T_{st}.

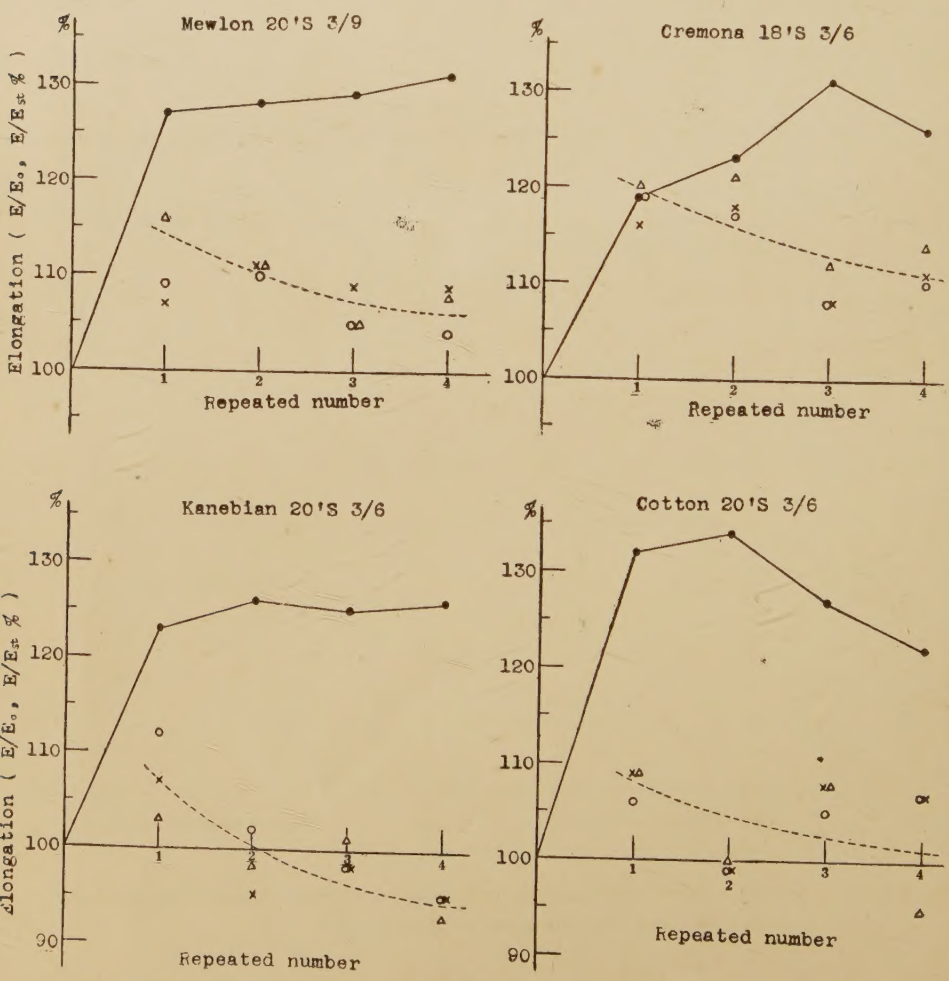


Fig. 4. The change of the elongation related to the number of repeated heating.

文　献

1) 牧原　犬治：合成繊維漁網　東京 (1949).
2) 井本　稔：化学繊維 pp 156～160　東京 (1953).
3) 安田　秀明：乾湿を繰返すにつれて起る網絲の長さの変化　日水誌 (5) 5 (1938).

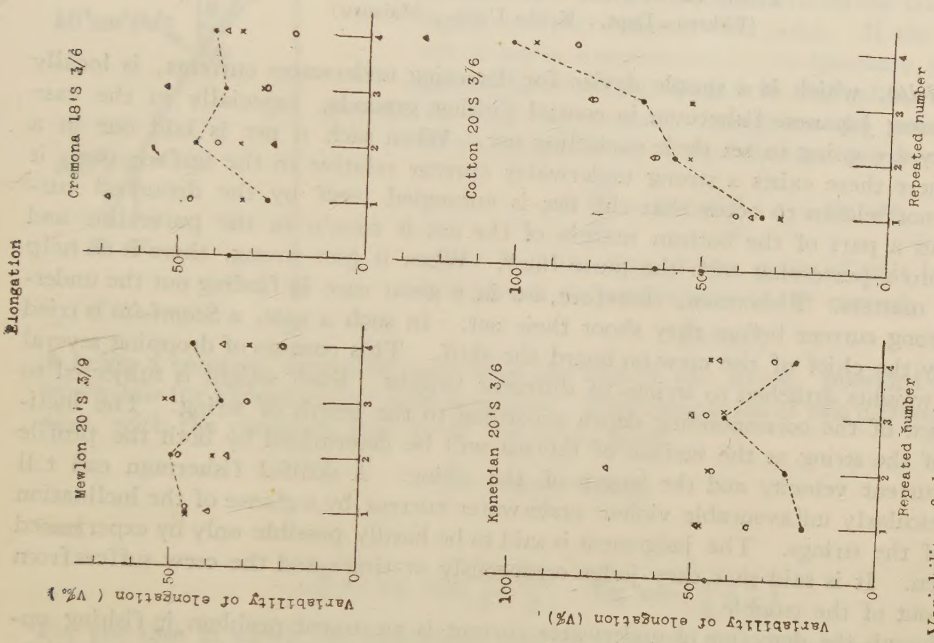
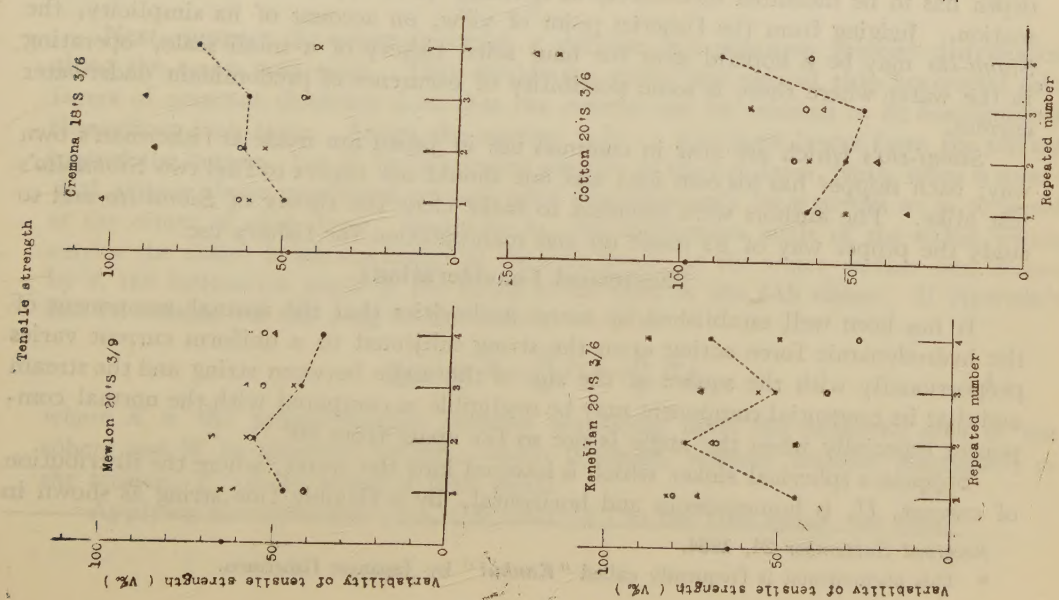


Fig. 5. Variability of the tensile strength and the elongation in each disposition. Spots on O-line of repeated number are in case of before disposition, and the other ●-spots are in case of repeated immersing only ; ○, ×, △ spots are in 20, 30, 40 minutes disposal, respectively.



On a Simple Instrument, *Siomi-ito*, for Detecting Underwater Current.

Tasae KAWAKAMI and Yûnosuke IITAKA
(Fisheries Dept., Kyôto Univ., Maizuru)

Siomi-ito, which is a simple device for detecting underwater currents, is locally in use among Japanese fishermen in coastal fishing grounds, especially in the case when they are going to set their encircling net. When such a net is laid out in a water where there exists a strong underwater current relative to the surface one, it happens not seldom to occur that the net is entangled itself by the disturbed current, thus a part of the bottom margin of the net is caught in the purse line and pulled into a purse ring with the purse line*. When it goes wrong, there is no help to mend matters. Fishermen, therefore, are in a great care in finding out the underwater strong current before they shoot their net. In such a case, a *Siomi-ito* is tried to use by the chief of the crew on board the skiff. This consists of dropping several boulder weights attached to strings of different lengths. Each weight is subjected to the current of the corresponding depth according to the length of string. The inclination of the string at the surface of the sea will be determined by both the profile of the current velocity and the length of the string. A skillful fisherman can tell the particularly unfavourable violent underwater current by a glance of the inclination angles of the strings. The judgement is said to be hardly possible only by experienced fishermen. It is said that they judge erroneously at times and the crew suffers from getting out of the trouble.

Although the detection of underwater current is an urgent problem in fishing operations, the suitable device for fishery purpose has not yet been investigated scientifically. The difficulty seems to arise from the fact that the current velocity at each depth has to be measured successively as a vector quantity, even if it is a rough estimation. Judging from the fisheries point of view, on account of its simplicity, the *Siomi-ito* may be a hopeful gear for haul seine fishery of a small scale, operating in the water where there is some possibility of occurence of predominant underwater current.

Siomi-ito's which are now in common use in Japan are made at fisherman's own way; each skipper has his own idea and one should not expect to find two *Siomi-ito*'s just alike. The authors were intended to make clear the theory of *Siomi-ito* and to study the proper way of its make up and manipulation for fishery use.

Theoretical Considerations

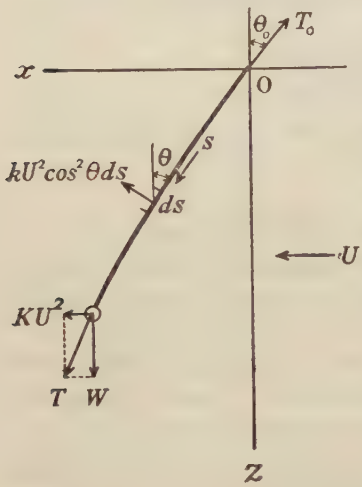
It has been well established by many authorities that the normal component of the hydrodynamic force acting upon the string subjected to a uniform current varies proportionally with the square of the sine of the angle between string and the stream and that its tangential component may be negligible as compared with the normal component especially when the angle is not so far apart from 90°.

Suppose a spherical sinker which is lowered into the water, where the distribution of current, U, is homogeneous and horizontal, by a flexible fine string as shown in

Received September 24, 1954.

* This phenomenon is frequently called "*Kankui*" by Japanese fishermen.

annexed figure. In a system of rectangular coordinates (x, z), whose origin, O, is located at a point on the string at the water surface, let the z-axis be directed vertically downwards and let the x-axis be parallel to the stream line, measured positive downstream. Let s be the arc length along the string from the origin to any point P (x, z) on the string, and let θ be the inclination angle i.e., the angle between the tangent of the string and the z-axis at this point. If the weight of the string be compensated by the buoyancy, and the tangential force acting along it be negligible, its tension, T, may be constant throughout the whole string. Then the equation of equiribrium may be written as



$$-T\frac{d\theta}{ds}=R\sin^2\left(\frac{\pi}{2}-\theta\right)=R\cos^2\theta, \qquad (1)$$

where R is the drag of the string of unit length when it is placed perpendicularly to the current, i.e.,

$$R=kU^2, \qquad (2)$$

k being a constant depending only upon the size of the string, provided that NEWTON's law for hydrodynamic drag is tenable. The integration of this differential equation, with the condition that $\theta=\theta_0$ for $s=o$, gvies

$$\frac{R}{T}s=\tan\theta_0-\tan\theta,$$

and

$$\frac{R}{T}z=\log\ \tan\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\theta_0}{2}\right)-\log\ \tan\left(\frac{\pi}{4}+\frac{\theta}{2}\right).$$

For the case in which the inclination angle θ is small, the expressions can be simplified to

$$\frac{R}{T}s=\frac{R}{T}z=\theta_0-\theta. \qquad (3)$$

Next, suppose the water in which a definite but unknown velocity distribution along the z-axis may exist. Then devide the water into several thin horizontal sublayers of constant thickness L so that the current can be assumed to be homogeneous throughout each layer. Assign the number $1, 2, \cdots, n$ to these layers from the surface toward the bottom. Let U_i be the current velocity at the i-th layer. Next, when n spherical sinkers above mentioned are suspended simultaneously by n strings so as to locate at the center of each layer, denote by $\theta_{i,o}$ the inclination angle of the string which carries the sinker being suspended at the i-th layer, at the water surface and denote by θ_i the inclination angle of the string at the joint of the i-th sinker. If NEWTON's law be tenable for the drag of the sinker, we have

$$\theta_i\fallingdotseq\tan\ \theta_i=\frac{K}{W}U_i^2\fallingdotseq\frac{K}{T}U_i^2, \qquad (4)$$

where K is the proportionality constant depending upon the projected area of the sphere and W its apparent weight, which is equal, without sensible inaccuracy, to the tension, T, of the string if θ be small.

Applying the equations (2), (3) and (4) to the first string, we have

$$\frac{1}{T}\left(\frac{kL}{2}+K\right)U_1^2=\theta_{1,0}. \qquad (5)$$

For the i-th string, similarly we have

$$\frac{kL}{T}\left(U_1^2+U_2^2+\cdots+U_{i-1}^2\right)+\frac{1}{T}\left(\frac{kL}{2}+K\right)U_i^2=\theta_{i,0}.$$

Then subtracting the equation for the i-th string from that for the $(i+1)$-th string, a reduction formula for U can be obtained as follows:

$$\frac{1}{T}\left(\frac{kL}{2}+K\right)U_{i+1}^2+\frac{1}{T}\left(\frac{kL}{2}-K\right)U_i^2=\theta_{i+1,0}-\theta_{i,0}\equiv\Delta\theta_i, \qquad (6)$$

by means of which, together with the equation (5), the values of U_i may be roughly estimated layer by layer by measuring the differences of inclination angles, $\Delta\theta_i$, of successive strings at the surface.

If all the strings are not laid on one plane, it is natural to treat all values by decomposing them into two perpendicularly intercepted directions.

Some Remarks on the Design of *Siomi-ito*

In order to save the trouble in computation, some expedients on the design of *Siomi-ito* are advisable. Let us consider the case in which

$$L=\frac{2K}{k}. \qquad (7)$$

Then the equations (5) and (6) are simplified to

$$\frac{2K}{T}U_{i+1}^2=\Delta\theta_i \qquad (8)$$

by means of which the computation may be much simplified. In these equations, since the values of K and k are given by ordinary hydrodynamical considerations, the length L may be determined by the diameters of the string and the spherical sinker used, and T by the density of the sinker. Thus we may be able to design a *Siomi-ito* which meets our requirment.

As regards the string, it must be kept in mind that the roughness of the surface of strings should be smoothed by coating any material such as plastic film or a braid of circular cross section should be used, so that the string may be free from the yawing[1] action which may arise by the helicoidal pattern of the strand. As to the material of string, a fiber of the lowest density possible should be employed in order to balance its buoyancy. Nylon cord would be recommended from this point of view.

The expenses for executing this study were partly defrayed by the research fund from the Japanese Ministry of Education.

Reference

1). Pode, L; An experimental investigation of the hydrodynamic forces on stranded cables. Report of the David W. Taylor Model Basin (U.S. Navy Dept.), No. 713, 1950.

各種肥料がミジンコの繁殖に及ぼす影響についての実験—Ⅱ.

藤田惣吉
（静岡大学教育学部）

Experiments on the Effects of Various Kinds and Combinations of Chemical Fertilizers on the Reproduction of *Daphnia longispina*—Ⅱ.

Soukiti Huzita

The results obtained from the fertilization experiment on the reproduction of *Daphnia longispina* are as follows :

1) The fertilizers used in the experiment are ammonium sulphate, urea and calcium superphosphate in the ratio N : P_2O_5=1 : 1 (shown in Table 1).

Good reproduction of *Daphnia* is obtained from the ratio N : P_2O_5=2.5 :2.5 ppm～5 :5 ppm, further the opitimum value of fertilizers is N : P_2O_5=5: 5 ppm, the bottom mud used in this experiment was loam (shown in Table 2, 3).

2) The value of fertilization was differed by the quality of bottom mud. Good reproduction was obtained from the fertilization of N : P_2O_5=2.5 :2.5ppm～2) : 20ppm, (the range of this value is comparatively wide) changing the bottom mud from loam to sand and N : P_2O_5=20 : 20 ppm～30 : 30 ppm in the case of no mud (shown in Table 2, 4).

ミジンコの繁殖の為に施す有機質肥料はその種類により分解の状態，速さが異なり，従つてこの施肥適量を求める為にはミジンコの繁殖に最もよい水中の栄養塩類の量及び割合に就て知る必要がある。著者は栄養塩類の内 N, P_2O_5 とミジンコの繁殖との関係に就て実験を行つたので此処にその結果を報告する。

実　　験

容量 1L のビーカーに湿田の風乾した泥 100 g を入れ，井戸水（pH 6.7）1L を加え第1表に示す如き割合で N, P_2O_5 を施肥した。phytoplankton として別に培養した *Clathrocystis* sp. を2滴加えた後直射日光を避けて窓側に放置し，水がやゝ緑変後 *Daphnia longispina* 5～10 尾宛入れその繁殖状態を観察した。施肥は化学肥料の薬害損失を防ぐ為2回に分けて行い N, P_2O_5 の比は第1報[1]の実験に於て好結果を示した 1 : 1 を採用した。実験に用いた肥料は窒素源として硫酸アンモニア（N…21%），尿素（N…46%）燐酸源としては過燐酸石灰（P_2O_5…16.5%）を選んだ。

尚，肥料の化学変化及びミジンコの餌料となる bacteria, alga 等は底泥と密接な関係があるものと考えられるので，比較対照の為，泥を加えないビーカーを用意し同じ方法にて実験を行つた。

実験の結果は第2表に示す如く施肥後7日目に対照を除いたⅡ～Ⅺの水色は薄緑色を呈しその後の水色の濃淡を藻類の繁殖の目安として考えれば窒素肥料として硫安を用いたものの内施肥量の多いⅤ，Ⅵに於ては藻類の繁殖が阻害されている様であり，これに対し尿素を用いた群では施肥量に比例して繁殖がよく薬害は認められなかつた。尚，泥を加えないものに於ては施肥量のすくないⅡ，Ⅶが 11 日目に薄緑色を呈し他のものは 17～21 日目に緑変した。

pH の変化に就てみると硫安：過燐酸石灰の組合せでは弱酸性を示し施肥量の増加につれ pH は低下し，尿素：過燐酸石灰の組合せに於ても弱酸性を示し施肥量との関係は明らかではないが，実験後期に於ては量に比例して pH が低くなる傾向がある。尚，指示薬の都合で 5.8＞は測定できなかつた。以上は底泥のある場

1954 年9月 27 日受理

Table 1. The combination of fertilizers and calculated nutrition content.

Pot No.	Combintion of fertilizers	N : P_2O_5 ppm
I	Control	
II	Ammonium sulphate : Calcium superphosphate	5 : 5
III	〃	10 : 10
IV	〃	20 : 20
V	〃	40 : 40
VI	〃	60 : 60
VII	Urea : Calcium superphosphate	5 : 5
VIII	〃	10 : 10
IX	〃	20 : 20
X	〃	40 : 40
XI	〃	60 : 60

合だが水のみに就てはpHは概して高く殊に尿素：過燐酸石灰に於ては殆んどがアルカリ性を示し，施肥量とpHとの関係は泥を加えたものと同様であつた。

ミジンコの繁殖状況は硫安:過燐酸石灰ではII，IIIがよく殊にIIIがすぐれていた様に観察された。V，VIに於てはPHが低く強酸性の為ミジンコは10日目に斃死し水面は茶褐色の藻類でおゝわれた。これはpHの変化によって *Clathrocysts sp.* が変色したものか又別の藻類の繁殖によるのか明らかでない。尿素，過燐酸石灰の組合せに於てはミジンコの繁殖は全体によく殊にVIIIがよい。水色の濃いX，XIに於ては *Daphnia* は斃死し *Cyclops* が相当繁殖したがこれは実験の始めに加えた *Daphnia* に混じてきたものと思われる。この *Cyclops* が全部のポットに混じていたものと考え *Daphnia* と *Cyclops* の繁殖の関係をみると水色が藻類の為緑色を呈しそれが濃くなるにつれ *Cyclops* の占める割合が増加する様である。言換えれば藻類の異常な繁殖は *Daphnia* にとつて好影響を及ぼさない，これは *Cyclops* は水温の低い冬に於ても存在する如く(2)外囲の環境に対する抵抗力が強い為 *Daphnia* の減少につれ其位置をとつて代るものであろう。何れにしても繁殖のよいIII，VIIIの N，P_2O_5 は 10 ppm : 10 ppm にして次にII，VIIの 5 ppm : 5 ppm がよく結局 *Daphnia* の繁殖によい施肥量は N，P_2O_5 各 5～10 ppm と云うことになる。而し施肥を10日の間を置いて2回に分けて行つたから実際に水中に於ける N，P_2O_5 の量は 1/2 になり最適施肥量は1回に N：P_2O_5＝5 ppm : 5 ppm になるものと考える。IV，IX，X，XI，の 20 ppm 以上に於ては *Daphnia* の繁殖は悪く *Cyclops* が認められ施肥量の増加につれ其占める割合が大きい様に観察されることから *Daphnia* と *Cyclops* では繁殖に都合よい栄養塩類の濃度が異なり *Cyclops* の方がやゝ濃いか，その範囲が広いのではないかとも考えられるが詳細は今後の研究にまたねばならぬ。

Table 2. The effect of mud on the reproduction of *Daphnia longispina* and change of pH value of water.

Pot No.	100 g. of mud added in 1L of water						Mud not added			
	reproduction of *Daphuia*				pH		reproduction		pH	
	after 4days	10days	14days	18days	6days	18days	7days	14days	2days	14days
I	+	+	−	−	6.7	7.1			7.7	7.7
II	+	+	++	++	6.7	6.7			7.7	7.7
III	+	+	++	++	5.9	6.1			7.5	8.1
IV	+	+	+	+×	5.8>	5.9			7.5	6.9
V	+	−			5.8>	5.8>			7.1	6.5
VI	−×	−×			5.8>	5.8>			7.1	6.1
VII	+	+	+	+	6.4	6.5			7.7	8.3
VIII	+	+	++	++	6.4	6.5			7.5	8.3
IX	−×	+×	+×	+×	6.6	6.5			7.5	7.9
X	−×	+×	+×	++×	6.5	5.9	+	−	7.5	7.7
XI	−×	+×	+×	+×	6.9	6.0	+	++	7.5	6.9

Water temperature ranged from 16.4°C. to 25.3°C. and the mean of the average temperature at 10 a.m. and 2 p.m. was 20.4°C.

−……worse, +……good, ++……better

×……shows existence of *Cyclops hyalinus.*

尙泥を加えなかつたものはミジンコの繁殖は悪く硫安：過燐酸石灰では殆んど斃死し，尿素：過燐酸石灰の X，XI が好成績を収めたのみである。これに就ては化学肥料の薬害が緩衝されず影響したものと考えるが施肥量の多い X，XI のみが繁殖を示したことに就ては後で述べる。

以上により明らかな如く底質が plankton に及ぼす影響は看過する事ができない。底質によりその施肥量も種々異なつてくるであらうが，此の実験に於ては養魚池の底泥とあまり差のない湿田の泥土を用いたので $N : P_2O_5 = 5$ ppm : 5 ppm の値は実際に施肥を行う際に参考になるものと考える。使用した泥土の淘汰分析の結果は第3表に示す如くである。

Table 3. Results of the selection analysis of mud from paddy field and of sand from river used in the experiments.

Diameter of grain (m.m.)	3.00<	3.00~1.00	1.00~0.50	0.50~0.20	0.20~0.05	0.05>
Mud from paddy field	1.10%	15.25	14.47	18.71	14.02	36.43
Sand from river	0.29%	13.09	27.09	47.59	8.28	3.66

実　　験　　II

底質の差による影響をみる為，実験 I と同じ方法にて底質に河砂（第3表参照）を用いミジンコの繁殖状態を観察した。その結果は第4表に示す如く，水の緑変は実験 I と同じく施肥後7日目に薄緑色を呈し，pH の変化に就ては硫安：過燐酸石灰では始め弱アルカリ性を示し，日時の経過につれ施肥量のすくない II，III は pH は上昇しているが IV，V では施肥後 19 日及び 14 日後に弱酸性となり，その後更に pH は低下した。尙 VI に於ては始めから酸性であつた。硫安の代りに尿素を用いたものも同じ傾向で施肥量のすくない VII，VIII は実験後期には 8.4< の高い pH を示した。

Table 4. The effects of sand added in pots on the reproduction of *Daphnia longispina* and change of pH value of water.

Pot No.	Reproduction of *Daphnia*					pH		
	after 4days	14days	16days	20days	22days	1day	9days	18days
I	+	−×				6.9	7.7	7.7
II	+	++	++	++	++	7.1	7.7	7.5
III	+	++	++	++	++	7.1	7.5	7.1
IV	+	++	++	++	++	7.1	7.1	5.8>
V	+	+	−×			7.1	6.7	5.8>
VI	+	+	−×			6.9	6.5	5.8>
VII	+	++	++	++	++	7.1	7.9	8.4<
VIII	+	++	++	++	++	7.1	7.9	8.4<
IX	+	++	+	++	++	7.1	7.9	8.3
X	+	++	++	++	++	7.1	7.5	6.9
XI	+	++	++	+	−	7.1	7.3	7.3

Water temperature ranged from 17.4°C to 27.8°C and the mean of the average temperature at 10 a.m. and 2 p.m. was 23.8°C.

−, +, ++, ×…… the same in Table 2.

ミジンコの繁殖状態は硫安：過燐酸石灰では II，III，IV は終始よい繁殖を示したが施肥量の多い V，VI は 16 日目の観察から繁殖は衰え *Daphnia* は斃死し *Cyclops* がわずかに認められた。これは硫酸根による pH の低下によるものと思う。尿素：過燐酸石灰では XI が 22 日目の観察で繁殖が衰えたが他のものに就ては終始よい成績を示し，尙対照の I は6日目から *Daphnia* は斃死し *Cyclops* がわずか認められたが，これも 16 日目には殆んど斃死した。以上の事実から底質が砂の時は，ミジンコの繁殖によい N, P_2O_5 の施肥量は各 5~40 ppm であり，尙分施の点を考慮すると 2.5~20 ppm の濃度がよい事になる。

総　　括

底質と施肥量の関係はこの実験では実施時期が異なり水温，日射量等の点で厳密に比較することは困難であるが，底質が壌土の時は最適施肥量は1回に N：P_2O_5=5：5ppm であるが，砂質の場合は N, P_2O_5 各 2.5～20 ppm のやゝ広い範囲にわたる。その原因として考えられる事は栄養塩類が土壌に吸着される割合及び溶出等物理化学的な影響があげられる。今実験Ⅰ，Ⅱ，の対照に就てミジンコの繁殖状態をみると壌土を用いた実験Ⅰでは多くはないが終始 *Daphnia* が認められたのに対し，砂質の実験Ⅱに於ては6日目に斃死している。これは土壌により保持される栄養塩類の量が異なり，砂質より壌土の方が保持する力が大きい為と考えられるか Bacteria，Alga 等の繁殖が底質により影響される事も考慮しなければならない。尚実験Ⅰに於て底泥を加えなかつた群では施肥量の多いⅨ，Ⅺのみが繁殖を示したが，これは土壌により plus される栄養塩類の影響と考えられ，従つて水のみの時は，その施肥量も多く N, P_2O_5 各 20～30 ppm が適当と考える事ができる。唯硫安：過燐酸石灰の組合せでは pH が強酸性の為斃死したものであろう。

摘　　要

1)　ミジンコの繁殖と N, P_2O_5 との関係に就て実験を行つた。

2)　N：P_2O_5=1：1の比で施肥し各 2.5～5 ppm の濃度がよい繁殖を示した。特に N：P_2O_5=5：5ppm がよくこれが最適施肥量と考えられた。尚，施肥量の増加につれ *Cyclops* が現われてくる傾向がみられた。

3)　底質と施肥量との関係は栄養塩類と土壌の間に於ける物理化学的な影響と考えられ上記の結果は底質に壌土を用いたものだが，これを砂質に代えるとミジンコの繁殖によい施肥量は N, P_2O_5 各 2.5～20 ppm の比較的広い範囲にわたつた。尚土壌がなく水のみの場合は更に施肥量は多く N, P_2O_5 各 20～30 ppm が適当と考えられる。

終りに御助言を頂いた淡水区水産研究所中村，島立両技官，*Daphnia* の査定をお願いした三重県立大学の赤塚孝三氏に感謝の意を表す。

文　　献

1)　藤田惣吉：日水会誌，20 (1955).
2)　杉目宗尚，藤田惣吉：日水会誌，15，173～179 (1949).
3)　Compton, L.V.：U.S.Depart. of Agr. Miscel. Pub. No. 523 (1943).
4)　Matida, Y.：Bull. Freshwater Fish. Res. Lab., Vol. 2, No. 1 (1953).
5)　松江吉行：農学，Vol. 1, No. 7 (1947).
6)　大杉　繁："土壌化学"，2版，養賢堂，東京，(1953)，pp. 675～742.
7)　麻生博士喜寿記念会："土壌肥料新説"，2版，養賢堂，東京，(1953)，pp. 11～23.

有明海産シバエビの生活史について*

池 末 彌
(西海区水産研究所)

On the Life-history of *Metapenaeus joyneri* (MIERS) in Ariake Sea

Wataru IKEMATSU

Metapenaeus joyneri is the most commercially important prawn in the inner-part of Ariake Sea. The results of its bionomic studies are as follows :

(1) The spawning season begins at the end of May and lasts till the beginning of September. The high season is between July and August. This prawn copulates at a short before the spawning (Fig. 3).

2) The numbr of ovarian eggs counted in 20 specimens of 23.7~38.0 mm in carapace length, ranges from 7,5000 to 37,5000 (Fig. 4).

(3) The growth of carapace length is very rapid during the period from hatching to October, when the prawn reaches to 11~23 mm, mode 19 mm in carapace length. In winter the prawn grows very inferior, but again becomes fast from April, and the female grows more rapidly than the male when the prawn attains puberty. On July the carapace length reaches 28~37 mm in female, 24~28 mm in male (Figs. 7, 8).

(4) The life-span of this prawn is supposed to be one year or a little more.

(5) The relation between carapace length (L), body length (BL) and body weight (W) are shown as follows : $BL=4.083L+0.500$, $W=0.000807L^{2.9515}$.

But in female the coefficients of the formulas change in specimens larger than biological minimum size (ca. 23.5 mm in carapace length) (Figs. 9, 10).

(6) The main diet of this prawn is crustacea, namely small shrimps, mysis, crabs and copepods (Table 6).

(7) The spawning ground is 5~10 meters in depth. The youngs more than 5 mm in carapace length, migrate toward the shore. During growth they perhaps leave shore and go to deeper water, about 10~20 m deep in winter. This prawn usually lives on muddy bottom and their range is narrow in migration. The migration for the purpose of seeking foods seems to be active.

シバエビ *Metapenaeus joyneri* (MIERS) は有明海においては年産5~10万貫，特に湾奥部ではエビ類中最も重要な種類である。本種の生態学的研究は部分的な報告[1)2)]がなされているに過ぎない。筆者は資源維持と漁業調整上の要望に答えて 1953 年6月から先ず生態学的研究に着手したが，其後八柳，前川[3)]によって山口県瀬戸内海産のものについての研究が発表された。筆者の研究結果は瀬戸内海産のものと大体一致しているが，それとは幾分異る点もあり又それに記載されていない部分もあるのでここに報告する。

御本研究に種々御支援をいただいた伊藤所長，本文の校閲を煩した水産講習所吉田榕博士，標本の採集に多大の労をとられた佐賀県水試有明海分場，福岡県有明水試，熊本県水試海路口分場の各位並びに測定及びデーターの整理を手伝われた松本直，中島久子の諸氏に深謝する。

調 査 材 料

研究に使つた材料は 1953 年6月から翌年 10 月までの間に，各種の漁具で漁獲されたものの中から，前記各県水試及び当所によつて任意に抽出した標本で，その他に稚魚網によつて採集した稚エビを用いた(Table

1955 年2月8日受理 (印刷費負担)

* 西海区水産研究所業績第 45 号，有明海水産研究会連絡研究第2号，昭和 29 年 10 月那珂湊における日本水産学会増殖分科会にて発表。

Table 1. Illustration of materials used in the investigation. A, Anko-ami; D, Drift net; G, Genshiki-ami; T, Banboo trap (Takehaze); U, Utase-ami; Y, Young fish net.

Date	Localities and fishing gears (cf. Fig. 1)	Number of specimens
1953		
June 3, 17, 18, 30	T_1	80
1st decade	A_1	25
16	G_1	30
July 12, 29	T_1	56
Aug. 12, 29	〃	165
23	Y	31
25	D	3
Sep. 8	G_2	25
9, 15, 25	T_1	192
24	T_2	14
Oct. 9, 24	〃	48
13	T_1	53
Nov. 11, 26	〃	61
12, 25	T_2	64
19～24	A_2	64
Dec. 7, 23	T_2	63
8	A_3	30
17	G_3	30
1954		
Jan. 6, 21	T_2	44
Feb. 5, 22	〃	53
18	G_3	31
Mar. 8, 25	T_1	62
10, 24	G_1	60
Apr. 8	T_1	34
May 6	G_1	31
31	T_1	20
June 1	G_1	28
18, 20, 29	T_1	30
24	T_2	7
〃	U	31
July 2	G_1	19
3, 12, 13	D	32
14, 30	T_1	62
16	T_2	18
Aug. 4, 20, 31	T_1	87
12, 26	Y	5
30	D	37
〃	T_2	17
Sep. 15, 27	〃	21
17, 29, 30	T_1	109
Oct. 14, 29	T_3	44
27	D	32
Total		1,948

1, Fig. 1)。佐賀県の竹羽瀬で漁獲されたエビは生時に測定，観察を行ったが，その他の材料は 10％ホルマリン液に一旦保存し，主として1カ月以内に測定した*。

頭胸甲長は眼窩後縁から正中線に沿って胸甲部後端までの長さ，体長は眼窩後縁から尾節末端までの長さとした。

Fig. 1. Fishing ground of *Metapenaeus joyneri* in Ariake Sea, from which the materials used in the present investigation were obtained. Signs are the same as in the Table 1.

結果及び考察

1. 生殖巣の熟度 卵巣は頭胸部から第6腹節まで背部に延長している。成熟するに従って淡黄緑色から青緑色に着色してくるので，外部から見て大体の熟度を判定することができる。卵巣卵は未熟の時は小さく円形に近いが，発達するに従って大きさを増し，成熟すると 0.25×0.22～0.29×0.27 mm 程度の大きさになり，その形状は一般に不整形であるが，四角形に近い。完全に成熟するとクルマエビ *Penaeus japonicus* の熟卵に見られる[4] ゼリー状の物質が不明瞭ながら見られるようになる。そしてこのような大型卵の他に一段と小さい未熟の小型卵が常に見られる。

精巣は頭胸部にあつて，それより後方には延びていない。第5歩脚の基部に貯精嚢を形成し，成熟するにつれて貯精嚢は著るしく膨大し，鮮明な白色を呈してくる。生時このような個体の体側を指で押すと精液が流れ出る。精子は頭部と尾部からなり，頭部は卵形をなし，径 5.7 μ，長さ 8 μ，尾部は 3.8 μ である

* ホルマリン固定後の重量変化は3日後において，固定前より 4.7％を増し，其後は次第に減少し 20 日目には 3.7％となり，以後3カ月まではほとんど変化しない。

Fig. 2

(Fig. 2)。

生殖巣の熟度は未熟，稍熟及び成熟の3階級に区別し，その基準を次のようにきめた。

未熟　雌：卵巣は無色半透明で，卵径は 0.12 mm 以下のもの。

雄：貯精嚢は白色を呈せず，全くふくれていないもの。

尚放出後と思われるものは雌雄とも，この階級に含めた。

稍熟　雌：卵巣は生時淡黄緑色ないし淡緑色，ホルマリン固定のものでは淡黄色ないし淡橙色を呈し，かなり発達しているが卵は個々に分離困難である。

Spermatozoon　**雄**：貯精嚢はややふくれ，僅かに白色を呈し，その中に包蔵されている交尾栓は軟らかい薄片として見られるもの。

成熟　雌：卵巣は生時青緑色，ホルマリン固定では橙色ないし汚橙色を呈し，卵はよく分離し大きさ 0.22×0.20 mm 以上のもの。

雄：貯精嚢は十分ふくれ，鮮明な白色を呈し，堅く肥厚した交尾栓を包蔵している。

八槇・前川[3]は未熟個体の卵巣は淡青色，成熟と思われるものは脊部表面から暗紫色に見えると報告しているが，卵巣上皮に青色の色素が顆粒状に分布しているからで，この膜を除くと未熟の卵巣はほとんど無色に近い。又脊部表面から見ると成熟個体では甲殻の色も加わつて生時黒味を帯びた青緑色，ホルマリン固定では暗紫色等に見えるが，卵巣を取出すと青緑色を呈している。

シバエビは産卵に先だつて交尾を行うが，交尾の経験の有無は雌では交尾栓の存否によつて易く証明される。しかし交尾栓を有しないもので，受精腔に精液を充満している雌があり，又附与された栓が脱落した形跡のあるものも認めることができる。栓の附着状況とも考え合せると交尾栓は機械的に脱落することがかなりあるようである。従つて交尾の経験を有する雌には交尾栓を有しなくても，受精腔に精液を有するものはすべて含めた。

本種を含むクルマエビ類の成長に伴う Petasma 及び Thelycum の発育状態については久保[5]が記載しているが，本調査で採集した最小形は頭胸甲長 4.5 mm であつた。Petasma の形態はまだ極めて簡単で左右が相離れているが，既に明瞭に之を認めることができる。左右の Petasma が癒着するのは頭胸甲長 16, 7 mm の頃である。5 mm 程度の雌では Thelycum は不明瞭であるが，6, 7 mm になると本種の特徴が明らかに認められるようになる。成熟するのは雌雄共に生れた年の翌年であつて，成熟最小形は頭胸甲長雌 20.2 mm，雄 15.8 mm であつたが，これはやや例外的の大きさで，大部分のものはそれぞれ 24 mm，21 mm である。生まれた年の9月には上記の例外的最小形に達するものがあるが，成熟するものは全く見られなかつた。

2. 産卵期　先ず漁場によつて産卵時期に差があるかどうかを検討してみたが，各地とも大体一致しており，一旬以上の差があるようには思われない。それで4月から 10 月までは上，中，下旬に，その他は月毎に各漁場のものをまとめ，観察した親エビの数に対する各熟度の割合を Fig. 3 に示した。観察した親エビの個体数が数尾に過ぎない時があるので念のため Table 2 に記した。

交尾の経験を有する雌は5月中旬の観察を欠くが同月下旬に 94 %，その後9月上旬までは 70 % 以上，主に 90 % 以上の高率を示し，10月中旬まで見られる。雌の成熟個体は5月下旬に現われ9月上旬まで見られる。雄では4月上旬に稍熟の個体が始めて出現し，5月下旬には全部成熟し，9月上旬までは 70 % 以上の成熟率を示す。そして9月下旬まで成熟個体が見られるが，この頃の貯精嚢のふくらみ方は盛期に比べると小さい。以上のことから産卵期は5月下旬から9月上旬までの3ケ月間で，その盛期は7，8月と推定され，瀬戸内海産のもの[2]と大体一致している。交尾は産卵の少し前に行われ，産卵期が終つても暫らくは交尾栓を有する雌及び成熟雄が見られることはモエビ *Metapenaeus affinis*[6] と同様である。

1953 年と 54 年の産卵期はほとんど一致している。5月下旬の底面水温は両年度とも平年より約 2° C 低く，19°C，9月上旬は平年並で約 25° C である*。

3. 孕卵数　1953 年6月 16 日，8月 29 日，1954 年5月 31 日，6月 24日，7月2日及び 12 日の標本中成熟雌 20 尾について卵巣を取出し，卵巣重量の約 1/20 に当る 0.2～0.05g を精確にとり，その中の

* 佐賀県水産試験場有明海分場の観測資料による。

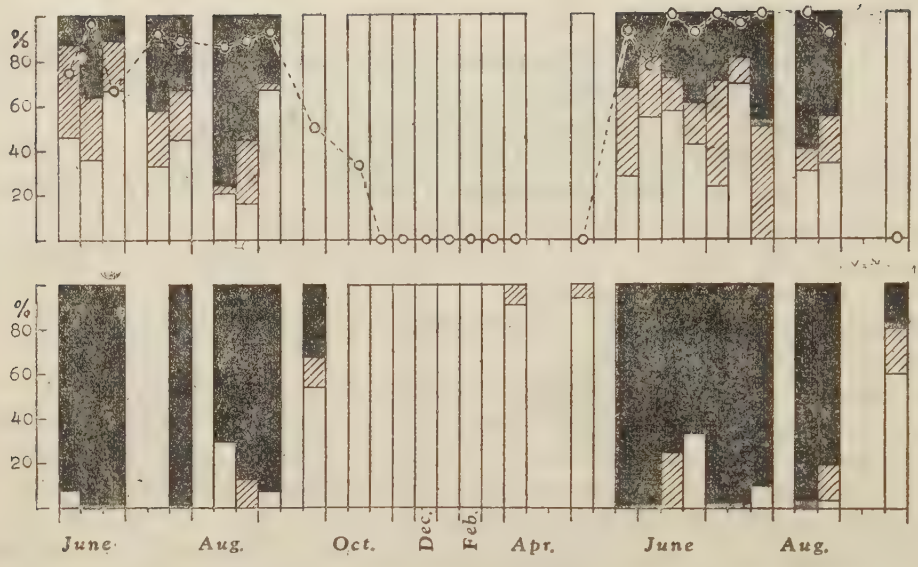


Fig. 3. Maturity of gonads and occurence of copulated female.
Upper : female ; lower : male ; white : immature ; hatched : maturing ; black : mature ; broken line : copulated female.

Table 2. Specimens used for gonad maturity analysis.

Date		Number of specimens			Date		Number of specimens		
		female	male	total			female	male	total
1953									
June	First	24	25	49	Feb.		43	41	84
	Middle	39	17	56	Mar.		56	66	122
	Late	9	21	30	Apr.	First	12	22	34
July	Middle	24	2	26	May	〃	14	17	31
	Late	27	3	30		Late	18	2	20
Aug.	Middle	29	4	33	June	First	26	2	28
	Late	18	15	33		Middle	7	4	11
Sep.	First	30	13	43		Late	39	18	57
	Middle	1	2	3	July	First	17	4	21
	Late	4	11	15		Middle	56	20	76
Oct.		3	3	6		Late	22	11	33
Nov.		3	3	6	Aug.	First	3	0	3
Dec.		60	63	123		Middle	10	3	13
1954						Late	33	31	64
Jan.		12	32	44	Sep.	〃	2	5	7

大型卵（大体 0.20×0.18 mm 以上）を数えて全体の孕卵数を推定した。測定した範囲では 7,5000 粒（頭胸甲長 23.7 mm）から 37,5000 粒（同 36.1 mm）の間であつて（Fig. 4），体長によつて著るしく異るのは当然のことであるが，同じ程度の大きさのものでも個体差が大きい。このように大きい差が生ずるのは計数法の不備の他に放卵中のものが含まれていたのではないか，或はイセエビ *Panulirus japonicus*[7),8),9)] に見られるように第2次の産卵が行われ，第1次と第2次の産卵量に差があるのではないか，等が考えられる。成熟雌 73 尾について体重（W_b）に対する卵巣重量（W_g）の比率を求め，その頻度を産卵の初期，中期，後期に区別して示すと Fig. 5 のようになる。W_g/W_b は 8～20 % の範囲で，産卵中期は前，後期に比べやや大きい傾向が見られるが，数値分析を行つても有意な差は見られない*。Fig. 4 を見ても産卵初期から中，後期と体長の増加にともなつて卵数も増加している。以上の点から若し第2次の産卵が行われると仮定しても，両次の産卵量に著るしい差があるとは考えられない。

* $F_0 = 2.46 < F^2_{70} = 3.13$ ($\alpha = 0.05$)

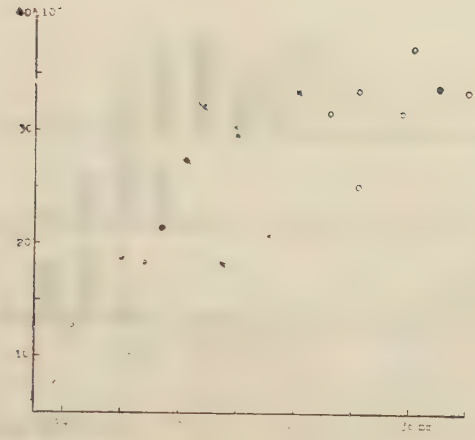


Fig. 4. Relation between number of ovarian eggs and body length.
Solid circles : early spawning season ; crosses : middle season ; open circles terminal season.

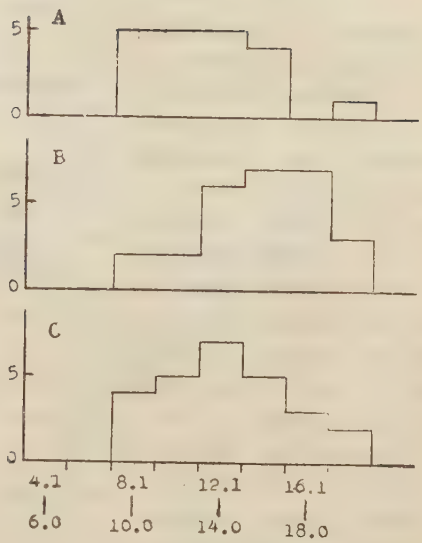


Fig. 5. Seasonal variation of percentage of ovary weight (W_g) to body weight (W_b) on a matured prawn.
Ordinate : number of specimens ; abscissa : W_g/W_b % ;
A : early spawning season (May and June) ;
B : middle season (from July to early Aug.) ;
C : terminal season (from the late Aug. to early Sep.)

卵の大きさは卵巣のどの部分をとつても同じであるが，成熟雌3尾について第1腹節の脊部から取出した卵巣卵の長径をそれぞれ500個になるまで測定した（0.02 mm以下のものは測定しなかつた）。この3尾はそれぞれ産卵の初期，中期，後期に属するが，最小形の卵の頻度を除くと3尾ともほとんど同じ傾向を示し，未熟卵と熟卵の二群からなつている（Fig. 6）。熟卵放出後，未熟卵が成熟し第2次の産卵を行うかどうかは確かめることができなかつたが，後述するように僅か1カ年の寿命のものの産卵期間が3カ月の長期に亘ることや，この期間中も急速な成長を続けていること等から考えると，第2次の産卵が行われているものと推察したい。

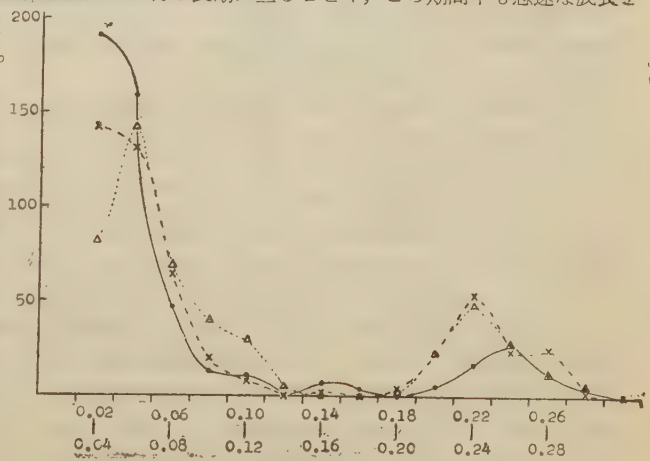


Fig. 6. Frequency curve of the diameter of 500 ovarian eggs obtained from a matured prawn.
Ordinate : number of eggs ; abscissa : diameter of eggs ; circles : catched on June 16, '53 ; crosses : July 12, '53 ; triangles : Aug. 29, '53.

4. 体長組成と成長 1953年と1954年の測定結果はほとんど一致しているから，Fig. 7には両年度の全部の測定資料を採集月別にまとめて頭胸甲長の組成を示した。組成は単純で0年級と1年級の2群からなつている。採集した漁具によつて，その網目と操業場所が異るから，例えば竹羽瀬，アンコウ網には親エビ，稚エビ共に漁獲されるが，ゲンシキ網，流網では小型の稚エビは獲れない。それでこの図から0年級群と1年級群との量的な割合は読みとることができないが，各群の中の組成はそれ程ゆがめられているとは思われない。産卵期に入つた6月には，雌雄2群に分かれ雄は頭胸甲長21～27 mm，並数24 mm，雌は22～33 mm，並数28 mmである。7月には雌雄ほとんど分離し，8月までは特に雌の成長著るしく，両者の差は増々大きくなる。10月には1年級群は非常に数を減じ12月以降は全く見られなくなる。測定した最大型は雌39.6 mm，雄29.3 mmであつた。7月にはその年に孵

化した稚エビが出現し，10月までは急速に成長し，その頃頭胸甲長 11～23 mm，並数 19 mm となり，この時期までは雌雄の大きさにあまり差はない。10月以降は成長緩慢となり殊に 12～2月の間は停止の状態が続く。4月に入って急速な成長を再開し，生殖腺の成熟と相まつて雌雄間に差が生じてくる。尚8月 12 日に採集した材料で頭胸甲長 20.2, 21.2 mm の雌2尾と 15.8 mm の雄1尾は成熟していたが，この3尾は体長組成から見ると当年生のもののように見えるけれども，甲殻が厚く堅いことや，その色彩が濃いこと等形態的に見て越冬した個体であると思われる。頭胸甲長 12,3 mm の稚エビは8月以降2月まで見られたから，おそく孵化したものは翌年8月になつてこの大きさに達するものが存在するものと思う。

採集時期毎に雌雄別，年級別の平均頭胸甲長を求め成長曲線を画くと Fig. 8 のようになり，前述の成長状況が明瞭になる。成長の最も良好な時期は7～9月における稚エビで，1カ月に頭胸甲長8～4 mm を増加している。成長状況も山口県瀬戸内海産のものと大体一致しているが，山口県では 10 月下旬頭胸甲長の並数 24～28 mm，12～3月は 26～30 mm と報告されている[3]から，当海産のものよりこの期間は著るしく大きい。

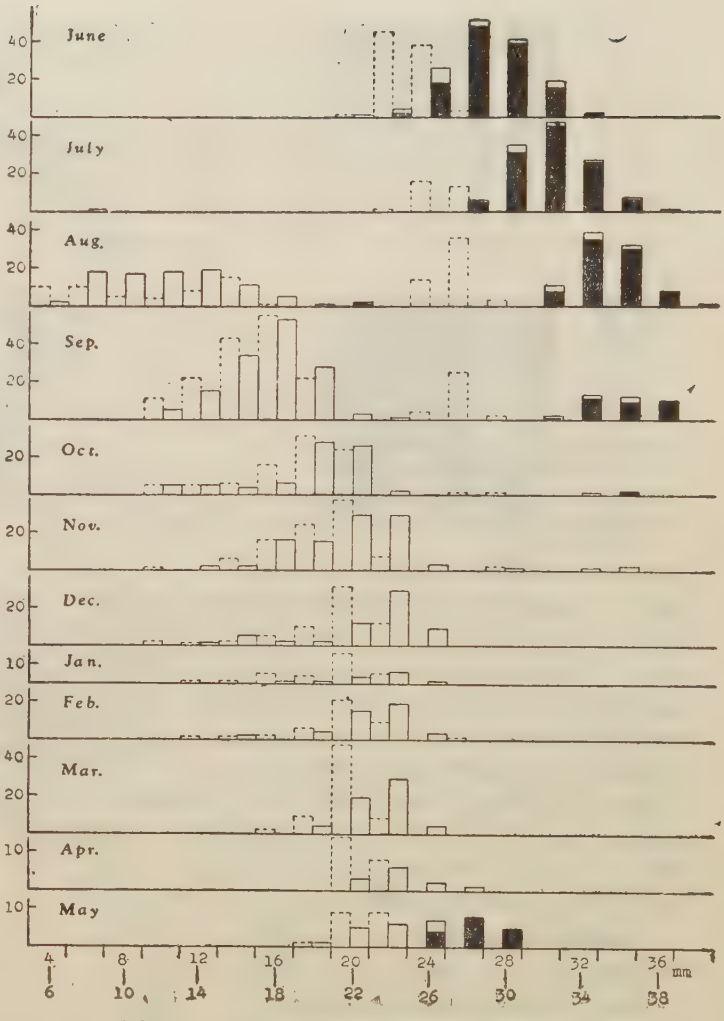


Fig. 7. Composition of carapace length.
Ordinate : number of specimens ; full line : female ; broken line : male ; black : copulated female.

一方脱皮による成長をみるため飼育実験を試みた。採集後実験室に持帰えり直ちに径 12 cm，高さ 19 cm のガラス容器に1尾ずつ収容，止水のまま飼育し，毎日朝夕2回観察した。この間アキアミ又は魚の鮮肉を少量与えた。実験は7回行い，その収容尾数合計 17 尾，その内脱皮したものは8尾（9尾は斃死），この内6尾は脱皮後も飼育を続け，その2尾は第2回目の脱皮を，1尾は第3回目の脱皮を行つた（Table 3）。実験例は8尾に過ぎないが最大の成長率を示したのは，採集の翌日脱皮した個体で，頭胸甲長 7.35 mm のものが 1.16 mm を増し，採集後脱皮までに時日を要したものは極めて成長悪く，特に第2回目の脱皮の際はほとんど成長を見なかつた。採集後脱皮までに要した日数の最も永いものは 12 日で，第2回目の脱皮は前回の脱皮から6～8日，第3回目の脱皮は第2回目の脱皮から 11 日を要した。頭胸甲長 7，8 mm の稚エビは1週間程度で脱皮し，大きさの増加，水温の低下に従つて脱皮の期間が永くなる傾向が僅か数尾の例ではあるが見られる。成長率の最も良かつたものを例にとると，仮りに6日間で脱皮するものとすれば1ケ月に5回脱皮し，頭胸甲長の増加は 5.8 mm となる。この結果を前述の成長曲線に当はめると大体一致している。藤永[4]はクルマエビの発生を研究し，その post larval stage において，親と同じ形態になるまで

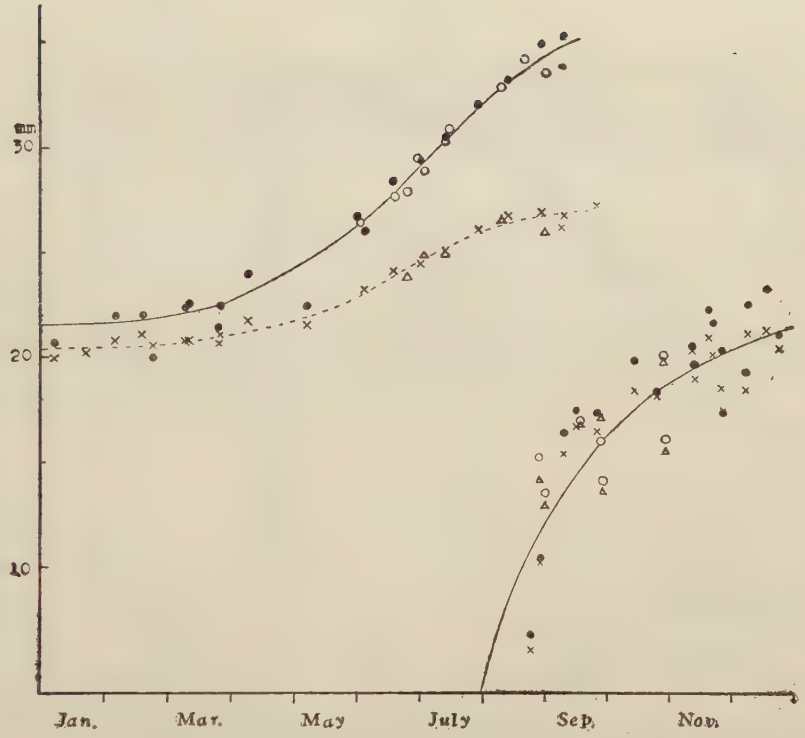


Fig. 8. Annual change of average carapace length. Solid and open circles : female taken on 1953 and '54 ; crosses and triangles : male taken on the same years.

Table 3. Growth of carapace length by one moulting.

Date	Elapsed days to moulting	Sex	Ecdysis Cp. mm	Increase △Cp. mm	△Cp/Cp ×100(%)	Water temperature
Aug. 21,'52	1	♂	7.35	1.16	15.78	30.8～25.0
〃	7	〃	6.58	0.21	3.19	
〃 23,〃	5 (moulting at 1st.)	♂	6.69	0.23	3.43	〃
	11 (〃 at 2nd.)		6.92	0.06	0.87	
〃	10 (〃 at 1st.)	♂	9·50	0.46	5.26	30.8～18.0
	18 (〃 at 2nd.)		9.96	0.04	0.40	
	29 (〃 at 3rd.)		10.00	0.01	0.10	
Sep. 8,'53	3	♀	8.98	0.79	8.81	27.8～22.0
〃 15,〃	2	〃	14.0	0.8	5.71	27.2～20.5
〃 28,'54	4	〃	14.75	0.45	3.05	
〃	12	〃	14.5	0.60	4.14	

に 22 回の脱皮をするが，その成長率は不規則で 5～24% と報告している。この第 14 回目の脱皮をしたものが頭胸甲長 7.5mm となり，上記シバエビの大きさに相当しているから，この大きさの頃の成長率はよく似ているようである。

5. 相対成長 体長（BL）と頭胸甲長（L）との関係は雄及び生物学的最小形（頭胸甲長 23.5mm 程度）未満の雌とは $BL=4.083L+0.500$ の式で示されるが，それ以上の雌はその大きさにおいて変化点を有し，$BL=2.353L+40.002$ の関係式に従う（Fig. 9）。体重（W）と頭胸甲長との関係も上と同じく雄及び生

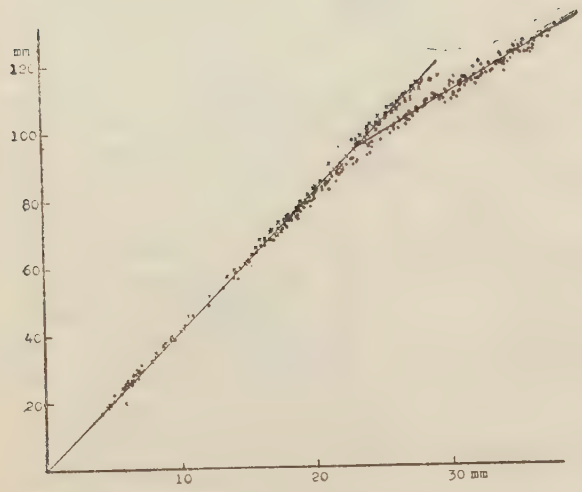


Fig. 9. Relation between body length and carapace length.
Circles : female ; crosses : male.

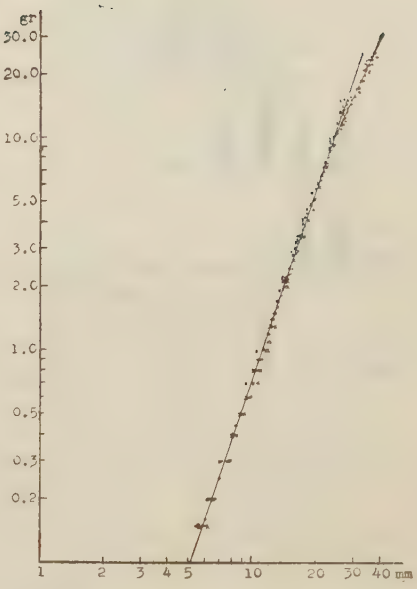


Fig. 10. Relation between body weight and carapace length.
Circles : female ; crosses : male.

物学的最小形未満の雌は $W=0.000807\,L^{2.9515}$，それ以上の雌は $W=0.008487\,L^{2.2091}$ の関係式で示される（Fig. 10）。

6. 性比 調査個体数が少ないが，0年級と1年級とに分けて整理すると Table 4 のようになる。稚エビでは雄が少し多いが，成熟期に入つた親エビは雌100に対し雄 60 で，殊に7月には 27 となり著るしく雄の数が減ずる。瀬戸内海産のものでも同様のことが報告されている[3]。その理由は明らかでないが，交尾後雄は雌に先だつて死ぬものとも考えられるが，7月に甚しく減少した雄が8，9月には再び性比 60 以上に増加しているから，他にも原因があるものと思う。交尾後雄は一時底質に潜入したり或は底に静止する等して，漁獲され難い状態にあるものかもわからない。

Table 4. Sex-ratio.

Month	Female		Male		Sex-ratio	
	adult	young	adult	young	adult	young
Jan. ～ Apr.	123		161		131	
May	32		19		59	
June	145		86		59	
July	146	1	40		27	
Aug.	93	92	55	105	59	114
Sep.	37	139	31	154	84	111
Oct. ～ Dec.	6	237	4	246	67	104
Total	582	469	396	505	68	108

7. 寿命 既に述べた体長組成の年変化から本種の寿命は大部分のものが満1年，少数のものは1年3カ月ぐらい生存するものと推定する。

8. 食性 毎月 10 尾内外ずつ計 141 尾の胃内容物を調べた。その内7尾は未だ甲殻の軟らかい脱皮直後のもので，いずれも胃は空であつた。この7尾を除いて，成長の停止する 12～2 月，成長の最もよい5～10月及びその間の3期に区別して，胃が餌料で充満している個体と空虚のものの割合を示すと Table 5 のようになる。又餌料としてとられている生物は調査個体数に対する出現率で Table 6 に示した。これらのことから次のように推定することができる。

Table 5. Occurence of empty and fullness stomach on three growing seasons.

Season	Specimen numbers of examined	Stomach replete with food (%)	Empty stomach (%)	Stomach contain common or little of food (%)
Dec. ～ Feb.	32	12.5	9.4	78.1
Mar., Apr., Nov.	30	10.0	10.0	80.0
May ～ Oct.	72	13.9	19.4	66.7
Total	134	12.7	15.6	71.7

Table 6. Stomach contents examined on 114 individuals of *Metapenacus joyneri*.

Classification	Percentage of occurence	Quantity	Notes
Pisces	6.0	little	vertebrae, scales
Crustacea	72.9	many	
Gastropoda	10.4	common	
Bivalvia	14.2	〃	
Polychaeta	8.2	〃	
Nematoda	0.7	rare	parasite of prawn?
Echiuroidea	1.5	〃	
Ciliophora	1.5	〃	*Peridinidae*
Diatom	71.7	very little	

（1） 成長のよい時期と緩慢な時期における胃内容物を比較するとホッカイエビ *Pandalus kessleri* に見られるような[10]差は見られないが，胃の空虚なものは産卵期間中の雌に多いようである（♀22%，♂8%）。（2） 調査したエビの 70% 以上は常に甲殻類及び硅藻を摂取しているが，摂取量からみると硅藻は極めて少量であるから主な餌料は甲殻類である。エビ類，アミ類，Copepoda，カニ，ヤドカリ類等がその大部分を占め，種類としてはアキアミ *Acetes japonicus*，ニホンアミ *Neomysis japonica* が多い。（3）出現回数は多くないが，夏季には二枚貝の幼貝が胃内容物の大部分を占めている場合が見られ，その種類としてはハマグリ *Meretrix lusoria*（殻長 0.97～0.21 mm），カキ（殻長 0.34～0.36 mm），シオフキ *Mactra veneriformis*，アサリ *Venerupis semidecussata* 等が認められた。ツメタガイ *Neverita didyma*（殻高 0.5～1.0 mm）も胃内容物の大部分を占める場合が見られ，その他の *Gastropoda* では *Cavoliniidae* の出現率が多かった。介殻は消化しないから特に眼につきやすいものと思う。（4） 砂，浮泥も常に摂取されているが，硅藻以外の植物性餌料は認められなかった。動物性餌料に対する選択性は特に認められないようである。

9. 棲息場と移動 シバエビはゲンシキ網，エビ流網，打瀬網，アンコウ網等主なエビ漁具のいずれでも漁獲される。その漁場は島原半島神代から佐賀県竹崎，竹崎から熊本県長洲，長洲から宇土半島網田を結ぶ汀線より沿岸地帯の水深 20m 程度までの泥底質の場所に限られているようである（Fig. 1）。産卵期のエビは水深 5～10m の湾奥部が主漁場である。稚エビは 8 月になって干潮線附近で多く獲れ始める。周年を通じての盛漁期は 9～2 月であるが，11 月頃までは水深 5m 線を中心として操業される。1，2 月になると，漁場は更に深い 10～15m 附近に移動する。筆者は 6～8 月の間に機会あるごとに干潮線内で種苗網を用いて，採集を試み，又アキアミの研究の際干潮線内で操業する三角モジ網の漁獲物を調べたが，雄甲長 4.5mm 以下の稚エビは採集できなかった。これ等のことから産卵は親エビの棲息している場所で行われ，前記の大きさ以上になって始めて陸岸に来游し，成長するに従って再び稍深部に移り，冬季には更に深い場所に移動するものと考えられる。クルマエビ[11]と同様産卵のため特に接岸するようなことはないが，索餌のための移動は活潑なようである。稚エビが低鹹地域に来游し，水温の低下と共にやや深部に移動することは他のエビ類や，他の海区[2),3)]のシバエビと同様である。しかし島原方面の小型底曳網やアンコウ網には稚エビは獲れないから，その移動は極めて小範囲で，特に泥底質はその棲息場を限定する条件のように思

われる。

要　　約

1. 産卵期は5月下旬から9月上旬，その盛期は7，8月であつて，交尾は産卵の少し前に行われる（Fig. 3）。

2. 孕卵数は個体差が大きいが，ほぼ体長に比例し，7,5000～37,5000 粒である（Fig. 4）。

3. 孵化後 10 月頃までは急速な成長をなし，頭胸甲長 11～23 mm，並数 19 mm となるが，12～2 月の間は成長はとんど停止し，4 月になつて再び急速な成長を始め，生殖腺の成熟と相まつて雌雄間の大きさの差が著るしくなつてくる。7 月には雌 28～37 mm，雄 24～28 mm となる（Figs. 7, 8）。

4. 孵化の翌年になつて成熟し，産卵後は死滅するようであるから，寿命は大部分のものが満1カ年である（Fig. 7）。

5. 性比は産卵期になると著るしく雄が減少するが，その他の時期にはやや雄が多い傾向がみられる（Table 4）。

6. 食性は動物性であつて，甲殻類が最も多く摂取されている（Table 6）。

7. 産卵場は水深5～10m 附近で，稚エビは頭胸甲長 5 mm 以上になつて接岸する。成長するに従つてやや深い場所に移るが，冬季には 10～20 m 程度の深部に移動する。常に泥底質の場所に棲み，移動範囲は狭いが，索餌移動は活潑のようである。

文　　献

1) 吉田　裕：“朝鮮近海産有用蝦類”，朝鮮総督府水試，7，(1941).

2) 愛知県水試：“愛知県産重要蝦類生態調査”，昭和 19 年度，(1942).

3) 八柳健郎・前川兼佑：“山口県瀬戸内海に於ける重要生物の生態学的研究，第7報　瀬戸内海産シバエビ *Metapenaeus joyneri*（Miers）の生態学的研究”，山口県内海水試調査研究業績，6（1），(1954).

4) Motosaku Hudinaga：“Reproduction, Development and Rearing of *Penaeus japonicus* Bate”，Jap. Jour. Zool.，10（2），(1942).

5) Itsuo Kubo：“Studies on the penaeids of Japanese and adjacent waters”，Jour. Tokyo Coll. Fish.，36（1），(1949).

6) 大島泰雄・安田治二郎：‘モエビ *Penaeopsis affinis*（Milne-Edwards）の生態に就て”，日水会誌，11（4），(1942).

7) 岡田彌一郎・久保伊津男・高木和徳：“イセエビの研究，Ⅲ イセエビの産卵回数について”，動雑，57（3），(1947).

8) 猪野　峻：“イセエビ *Panulirus japonicus* De Haan の産卵数と産卵回数について”，日水会誌，13（1），(1947).

9) 〃　：“イセエビ *Panulirus japonicus*（V. Siebold）の産卵回数に関する観察”，日水会誌，15（11），(1950).

10) Itsuo Kubo：“Bionomics of the prawn, *Pandalus kessleri* Czerniavski”，Jour. Tokyo Univ. Fish.，38（1），(1951).

11) 藤永元作：“クルマエビの増殖”，海洋の科学，2（5），(1942).

アコヤガイ増殖に関する研究—Ⅲ. 細菌によるアコヤ貝異常斃死について (2)

小竹子之助
(徳島県水産試験場)

Experimental Studies on the Propagation of the Pearl Oyster, *Pinctada martensii*—Ⅲ. On the Unusual High Mortality of Pearl Oyster Caused by Bacteria (2)

Nenosuke KOTAKE

In this paper, the writer has reported on the results of investigations to the bacterian malady, and of infection-test by its inoculation, detected from the operated pearl oysters at Nasa-Bay, Tokushima prefecture. An abnormally high mortality of the bivalves, derived from the infection with this bacillus, is occurred occasionally but is confined to the spring or the early summer of a year. The posibility of its infection increases with the weakened conditions of pearl oysters after operation. The early sympton of its infection appears firstly on the muscular system of bivalve, which liquefies by gradual decompositions having an offensive smell. Some elementary devices are stated finally, concerning a possible prevention and a proper treatment of the operated bivalves against this bacillus.

Ⅰ 緒 言

真珠養殖における母貝斃死の問題は，その斃死率も普通はあまり高くないためか，現在のところ殆んど顧慮されていない。しかし，実際は時に甚だしく高い斃死率をみることもある。多くの場合，手術による単なる衰弱死と言われているけれども，斃死の原因は必ずしも簡単には断定できない。特に異常な高率を示す斃死については，くわしくその原因を追及する必要があろう。徳島県海部郡那佐湾の真珠養殖場で，1952年の4月—6月に，手術母貝が原因不明の高率な異常斃死を招来した。それを機会に筆者は母貝斃死の問題に留意していたところ，この異常斃死は細菌の寄生による罹病が原因すること，しかもこのような罹病斃死はその後も低率ながら常にみられる。

筆者はすでにアコヤガイ増殖に関する研究第Ⅱ報でこれら罹病貝から分離し培養した病原細菌の一般的性状を報告したので，本篇第Ⅲ報では，細菌性罹病斃死の場合における母貝の性状について報告する。

本研究にあたり御懇篤なる御指導をいただいた徳島県水産試験場長本田清氏並びに徳島大学学芸学部生物学教室岡田克弘博士にたいし深甚なる謝意を表する。

Ⅱ 病原菌接種試験の結果

罹病斃死の事実を追試するため病原菌の接種試験をおこなつた。即ち，罹病貝から分離して培養した双球菌に似た短桿菌（第Ⅱ報参照）を，次に示す方法でアコヤガイに感染するかどうかを実験した。

（Ⅰ） アコヤガイの体表面に塗布する。

（Ⅱ） アコヤガイの体表面に切傷をつけて塗布する。

（Ⅲ） アコヤガイの体腔内に注射する。

以上うち，（Ⅰ）においては，アコヤガイに何等の異常もみとめられず，病原菌は未感染に終つたものと

1954年10月5日受理

考えられる。（Ⅱ）と（Ⅲ）の場合は，いずれも異常状態となり，明かに感染して罹病症状を呈した。この結果は，養殖中の母貝の斃死が手術母貝に多くて未手術母貝にほとんどみられない事実と一致し，甚だ意味深いことと考えられる。罹病から斃死に至る経過もまた普通の衰弱死の場合とは明かに異る。筆者の観察では，罹病しても初めの頃は一見したところ口をあけ呼吸しているさまが健康母貝とほとんど分別できない。指先でおすと反応はいくらか鈍いながら貝殻を閉じ，また外套膜に刺戟をあたえると収縮する。けれども，この際に罹病貝では一種特有の腐臭を発散する。また，貝を強いてあけると貝柱は簡単に貝殻より剝離する。更に病状が進めば，貝は半開乃至は閉じたまゝ斃死するに至る。斃死貝の体表面は乳白色或は灰白色を呈し，貝肉は次第にどろどろにとけて灰黒色になり液化する。従つて，この死肉は魚類の食害をうけていないようなことがない。なお，死貝を空気中にさらしても，貝肉は乾燥されることなく，日数をかさねるにつれて黒色の粘稠性を失つた液体に変質する。

罹病から斃死するまでの経過日数は，かなりの個体差がみられるけれども，普通は3～5日を要する。罹病による斃死率は，時には手術貝の 37～50 %にも達する。このような場合は，籠によつてはその中の手術貝が全滅していることも見受けられ，一様に死滅するのが特徴であつて，手術の技倆に原因するような斃死率の差はみとめ難い。

これに反して，手術後の普通の衰弱死の場合は，衰弱期においても勿論腐臭を発するようなことはない。貝殻を強いてあけると，大抵は貝柱の中央が切断されて，罹病貝の場合のように貝柱が容易に貝殻から剝離することもない。また，この場合の死貝は，フグやウナギなどに食害をうけやすく，かみ切られた貝柱の残りが左右の貝殻に屢々附着している。なお，この死貝を空気中にさらすと，肉は褐色化しつゝ乾燥される。手術による衰弱斃死率は，勿論手術技倆によるが大体 10 %以下である。

さらに，接種試験によつて季節的な罹病斃死の消長をしらべてみたところ，次のような結果を得た。

（Ⅰ） 春期（水温 15～20°C） 罹病斃死する。
（Ⅱ） 夏期（水温 23～28°C） 罹病斃死しない。
（Ⅲ） 秋期（水温 21～19°C） 罹病斃死しない。
（Ⅳ） 冬期（水温 18～14°C） 罹病斃死しない。

以上の結果から，アコヤガイの罹病斃死は水温 20° C 附近へ上昇する時期にあたる春乃至は初夏に見られ，高水温の夏または水温の下降する秋期乃至冬期にはみとめられなかつた。

従来とも周知された事実であるが，手術貝の斃死率は一年中で春から初夏にかけてもつとも高い。那佐湾における異常な斃死も実はこの時期にあたる。春期における高い斃死率が何に原因するかは，これだけの実験で早急な断定はできないけれども，少くとも原因の一つは水温にあろう。水温の変化は病原菌そのものゝ海水中における繁殖を左右することは言うまでもないが，同時に貝の生活力に大なる影響を及ぼす。春から初夏にかけての手術貝の高い罹病率は，温度上昇に基づく貝の生活力の衰弱に原因するのであろうと考えられる。即ち，衰弱した貝は病原菌におかされやすくなるのであろうとの可能性が考えられる。

実際に，貝の生活力の盛んな時には，病原菌を接種しても罹病しない。また，罹病貝は病原菌で最初に筋肉（特に足部の筋肉）をおかされるので，貝の抵抗力によつて初期症状が回復しても，袋へ挿入された玉は，腐蝕した筋肉片をまき込むのであろう，黒い傷のある欠点玉ができる。かりに罹病貝の斃死を防ぐことができたとしても，この病害は真珠形成にも悪い影響を及ぼすように思う。

Ⅲ　予防並に罹病貝の処置

この病害は細菌性病原によるのであるから，これを予防するには，水の疎通の良いところで，水深5m以深のところを選んで垂下するのがよい。従来，脱核された原核を回収するために，手術貝は金網籠の底に竹であんだ簀をしいて垂下する方法がとられているけれども，これは水の疎通を悪くし，かつ浮泥が沈積するので，貝の感染率を高くする。病害を予防する意味では竹簀をしくことは好ましくない。

罹病貝は隔離或は水の疎通の良いところに垂下することで，多少の斃死を防ぎ得るとしても，斃死を絶無にすることはできない。従つて，罹病貝に対する処置としては，発見すれば徹底的に除去することが必要である。罹病の初期症状は感染後 30 時間前後で分別できるから，罹病貝はこの際に思い切つて除去し，他の

健全な貝への感染防止に留意することが大切であろうと考えられる。

Ⅳ 摘　　要

この報文では，徳島県那佐湾での真珠養殖の手術貝にみられた細菌性病害とその病原菌接種による感染試験の結果を述べた。

（1） 感染は手術貝の生活力の衰弱に関係すると考えられる。接種実験の結果は，母貝に切傷をあたえて塗布するか，体腔内に注射してあたえた場合にのみ罹病する。無傷の体表面に塗布したのでは罹病しない。

（2） 罹病による手術貝の異常斃死率は時には高い。しかし，このような異常斃死の時期は春から初夏に限られていて，一年を通じて他の時期には見られない。

（3） 病害の症状は筋肉系統に一番早くあらわれる。即ち，まず最初に，罹病貝の筋肉は悪臭を発散しつつ腐蝕分解されて漸次に液化する。

最後に，このような細菌性病害にたいする予防及び罹病貝にたいする処置について，初歩的な対策をもあわせて述べた。

文　　献

1） 小竹子之助・宮脇安能：日水会誌，19（9），952，(1954)。

放射線（γ—線）の水産生物に及ぼす影響—I.
金魚卵の発生に及ぼす影響

岡田郁之助・小坂部 勇・菊池武昭・今野健二郎
（東京水産大学）

On the Effect of Co^{60} Radiation to the Aquatic Animals-I.
On the Effect of the Early Development of Gold-Fish (*Caracius auratus*)

Ikunosuke Okada, Isami Osakabe, Takeaki Kikuchi, and Kenjiro Konno

Systematic experiments on the effects of Co^{60} (γ-ray) radiation upon the embryos of aquatic animals had not been carried out.

We attempted preliminary studies on the eary development of gold-fish (*Caracius auratus*) projected with Co^{60} (γ-ray) radiation.

In this experiment the embryos were projected with various quantities of γ-ray ranging from 730r to 31,500 r. The following observations were obtained during the early developmental stage of goldfish.

(1) With increase of the intensity of radiation, the inhibition of hatch rate and retardation of hatcing time remarkably observed.

(2) The embryoes were deformed to some exent under the effect of γ-radiation over 1,000 r.

緒　　言

放射線が生物に対して悪影響を及ぼす事は周知の事実であり，水産の分野から見た場合，水産生物の放射能の影響は資源面にも及んで頗る重要であると思われる。現在迄に行なわれている放射線の生物への影響についての研究は，X線障害の動物実験[1)2)3)4)5)] 放射線（多くはX線）照射により突然変異を起させて遺伝の応用に使用されたもの等，非常に多方面に亘っているが，Co^{60} を放射線源に使用し水産生物への影響を観察した例はないやうに思われる。著者等は孵化過程にある金魚卵に Co^{60} よりの γ-線を照射し，発生途上の影響について観察したので茲に報告する。報告に先立ち Co^{60} 照射に種々御配慮を賜つた慶大附属病院山下久雄博士始め同病院放射線科の方々に，又実験材料の御配慮を頂いた東京都水産試験場の本場並びに水元分場の方々に深甚の謝意を表する。

実　　験

実験は同じ方法で2回行つたが，試料は何れも硫金卵を使用し，第Ⅰ回実験には東京都水試で昭和 29 年5月 27 日第Ⅱ回実験には都水試水元分場で6月 23 日，各々産卵したものを用いた。卵は藻に附着したまゝ普通大の試験管に水約 20ml と共に入れ，慶大附属病院に於て Co^{60} 41C を線源として照射を行つた。装置は食品防腐の実験[6)] に使用した場合と同一である。

各グループの被放射線量は Co^{60} 1C≒1.2r/h/m として概略のレントゲン数を求めた。此は Co^{60} の製造年月日が不明な為である。始め，どの程度のレントゲン数で影響が起るか全く不明であつたので，第1表の如き5種を選んだが，照射室の都合で端数となつた。又，採卵地，照射地，飼育地が羽田（又は水元），信濃町，久里浜と離れて居り，時間的にも拘束されて，試験卵数も一定せず又照射装置の都合で数多くの卵の照射ができなかつた。照射後の卵は実験室に持帰り d.20×h.5.5cm のシャーレに防火用水池の水* 約 800ml を

1954 年9月 22 日受理，昭和 29 年7月例会（日本水産学会）にて講演

* 飼育水温は第Ⅰ回 16.0～20.5°C（平均 18.9°C）第Ⅱ回 18.0～22.0°C（平均 19.9°C）；pH 平均 7.4；酸素量平均 7.0cc/l；G.M. 管によるカウントは常に 25±5 であつた。

Fig. 1 Major deformities of gold-fish. (experiment Ⅱ.)

Curvature of vertelra, caudal portion; and hypertrophy of pericardium, yolk sac; A, E; 35 cm. group (6600r.) radiated after 2 and 4 days; C, D, 26 cm. group (12900 r.), radiated after 2 and 4 days, F is same as D; B, control, after 3 days.

入れその中で飼育を行つて発生の過程を観察した。第Ⅰ回実験は予備的に行い死卵数のみに重点を置いた。

（実験Ⅰ） 16cm グループを除いては6月1日（照射後3日）夕刻より2日朝にかけて孵化した。その孵化率及び孵化後の稚魚斃死数は第2，第3表に示す如くである。16cm グループのものは孵死直前に全滅し26cm グループのものは照射5日後に孵化して間もなく，又35cm グループでは照射後7日に各と悉く斃死した。此の様に照射レントゲン数の多いもの程，孵化率は低下し又稚魚の斃死率は高くなり，脊椎骨及び尾部の彎曲，臍嚢部及び心嚢部の肥大等の畸形が見られた。

（実験Ⅱ） 第Ⅰ回実験でその概略を知り得たので同じ方法で第Ⅱ回の実験を行つた。16cm グループを除いては6月28日（照射後3日）夕刻より29日朝にかけて孵化し，その孵化成績，畸形出現率及び孵化後の稚魚斃死率は第4，第5表の如くである。此のように16cm グループのものは第1回実験と同じく照射後3日迄は他のグループ同様，卵膜内に於て魚体の廻転運動が見られ，心臓も正常に鼓動しているが，照射後4日に1尾の孵化も見られず全て斃死した。26cm グループの稚魚は照射後6日で全滅し，照射レントゲン数の多いもの程孵化率は甚だしく低下して，稚魚の斃死率及び畸形の出現率は高くなり第Ⅰ回

Table 1. Quantity of projected γ-ray.
Dist., distance from Co^{60} 41C.(cm.); r. quantity of projected γ-ray, calculated by Co^{60} 1C.≒1.2r./h./m.

	Dist.	Ⅰ		Ⅱ	
		h.	r.	h.	r.
A	16	16	31500	14.5	28500
B	26	〃	11900	〃	10800
C	35	〃	6600	〃	6000
D	85	〃	1100	〃	1000
E	100	〃	800	〃	730

Table 2. Hatch rate and mortality of gold-fish eggs(Ⅰ). No., total number of eggs; H, number of hatch; H. rate, hatch rate.

Sample \ Days / No.	No.	Mortal 0	1	2	3	5	Total	Hatch out H.	H. rate
A	116	6	4	3	7	96	116	0	0 %
B	198	9	4	12	10	63	97	101	51.0
C	114	4	8	6	4	4	26	88	77.2
D	156	6	13	15	11	5	50	106	67.9
E	242	8	18	17	5	1	49	193	79.8
Control	272	4	17	10	2	1	34	238	80.5

Table 3. The mortality of young (Ⅰ).
No., total number of young; days, days after γ-ray radiation.

Sample \ Days / No.	No.	5	7	8	9	10	11	Exeistence
A	0	—%	—	—	—	—	—	0 %
B	101	100	—	—	—	—	—	0
C	88	51.1	100.0	—	—	—	—	0
D	106	51.9	67.9	77.8	77.8	79.6	81.4	18.6
E	193	10.9	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	88.6
ConIrol	238	0	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	99.6

Table 4. Hatch rate and mortality of the gold-fish eggs, exposed to Co^{60} radiation (Ⅱ).
No., total number of eggs; N.H., number of normal hatch; A.H., number of abnormal hatch; A, major deformity; B, minor deformity.

Sample \ Day / No.	No.	Mortal 0	1	2	3	4	Total	Hatch out N.H	A.H	Total	N.H. rate	A.H. rate
A	30	2	1	0	6	21	30	0	—	0	— %	— %
B	61	6	5	3	11	9	37	10	14	24	22.2	58.3(A 50.0, B 8.3)
C	83	15	7	2	2	3	29	24	30	54	28.9	55.6(A 14.8, B 40.8)
D	65	10	7	4	0	0	21	36	8	44	55.4	18.2(A 4.6, B 13.6)
E	54	12	6	3	0	0	21	30	3	33	55.6	9.1(A 0, B 9.1)
Control	42	3	1	0	0	0	4	38	0	38	90.5	0

実験と同じ傾向を示し，明らかに放射線照射による影響が見られた。

畸形には脊椎骨及び尾部の彎曲，心嚢部及び臍嚢部の肥大等があり，脊椎骨彎曲には上下向，左右向，反複彎曲等々のものが見られた。此等の畸形の著しいものは，水底に横たわり，時折旋回し乍ら游泳しているが間もなく斃死する。魚病学の方では一般に脊椎骨の彎曲症の成因については（寄生虫によるものを除いて）無機塩の欠乏殊にカルシウムの欠乏，又ビタミンA欠乏によるとされている。心嚢部肥大症は心嚢内に永様物の蓄積される心嚢水腫と云われるものがあるが，これとは異つた症状である。16cm グループの如く孵化前に全滅したものについては，孵化酵素等に障害があつたのではないかと考へられるが，此等についての実験は行われていないので不明である。

Table 5. The mortality of ynung (Ⅱ). No. total number of young ; days, days after γ-ray radiation.

Sample	No. \ Days	5	6	7	Existence
A	0	—%	—	—	0 %
B	24	70.8	100.0	—	0
C	54	1.9	5.7	27.9	72.1
D	44	0	11.4	11.4	88.6
E	33	0	0	0	100.0
Control	38	0	0	0	100.0

第6表は第Ⅱ回実験の照射直後に卵径を測定した結果であるが，照射量による変化は見られなかつた。又発育の過程を見るため，照射3日及び4日後の稚魚全長を測定した結果は第7表に示す如く照射線量の多いもの程小さい値を示すようであるが大差は見られなかつた。

Table 6. Relation between the quantity of projected γ-ray and the diameter of eggs. Each figure in this table is the average of 10 test.

Sample	Major	Minor
A	0.15cm.	0.13cm.
B	0.14	0.13
C	0.14	0.13
D	0.15	0.14
E	0.14	0.13
Contol	0.15	0.14

Table 7. Relation between the quantity of projected γ-ray and the total length of young. Each figure in this table is the average of 15 test.

Sample	Radiated after 3 days	Radiated after 4 days
A	— cm.	— cm.
B	—	—
C	0.44	0.48
D	0.48	0.52
E	0.46	0.52
Control	0.49	0.54

要　　約

1) 孵化過程にある金魚卵に Co^{60}, 41C を線源として 730 より 31500 レントゲンを照射した結果，初期発生の過程に於て大略 5000 レントゲン以上照射したものでは著しく悪影響が見られるが 1000 レントゲン以下のものでは此の実験内に於ては大した影響が見られなかつた。

2) 照射線量の多いものは初期発生が一般にやゝ遅れる傾向を示し，畸形の出現率及び孵化後の稚魚斃死率は著しく高くなり正常孵化率は甚しく低下する。

3) 畸形には，脊椎骨及び尾部の彎曲，心嚢及び臍嚢部の肥大等が見られ，その著しいものは間もなく斃死する。

4) 発育過程中の卵径体長を測定した結果，此の実験内には一定の差は認められなかつた。

文　　献

1) 気賀正已．仲尾善雄：動雑，Vol. 6, No. 5 (1951).

2) 森和雄，三輪光雄，山下久雄：動雑，Vol. 53, No. 2 (1941).

3) 田中林蔵：日水誌，Vol. 11, No. 1 (1942).

4) 例えば "魚類学"，末広恭雄著（岩波書店）(1951).

5) "Radio isotopes", Vol. 2, No. 2（日本放射性同位元素協会）(1953).

6) 岡田・小坂部等：日水誌，Vol. 20, No. 3 (1954).

生体成分物質に及ぼす放射線の作用—I. γ—線による Vitamin C の変化

岡田郁之助・小坂部勇・菊池武昭・福島 清
（東京水産大学）
山下久雄・佐々木正五
（慶応義塾大学医学部）
赤塚 盛・渡辺 渉
（二幸研究所）

Effect of Radioactive-Ray on the Vital Components and Substances of Organism—I. Change of Vitamin C by Gamma-Ray Irradiation

I. Okada, I. Osakabe, T. Kikuchi, K. Fukushima
H. Yamashita, S. Sasaki, M. Akatsuka, and W. Watanabe

In the application of γ-ray radiation to prevent food-stuff from rottenness, it was thought that the γ-ray may affect to the component of food-stuff and reduce its nutritive value.

Therefore we began to investigate the influences of γ-ray radiation upon the components of food-stuff.

In this report we state the influence of γ-ray on Vitamin C.

(1) Vitamin C (5mg.%) in 2% metaphosphoric acid solution remained only 25 percent of Vitamin C by 25,000 r. of γ-ray radiation.

(2) Among the stabilizing agents of Vitamin C to γ-ray radiation, metaphosphoric acid was very effective, and acetic acid, succinic acid and sucrose were also more or less effective.

(3) Vitamin C was stable in citrus juice but not in peas to γ-ray radiation.

(4) It seemed possible to apply the degree of decomposition of vitamin C to dosimetry, but it required many investigations.

I. 緒 言

Vitamin 類に及ぼす放射線の影響に関しては 1943 年及 1949 年に Goldblith 及び Proctor[1] の両氏が 50 kv 及び 3000 kv の X 線装置により hard 及び soft X ray を照射した結果，niacin, riboflavin 及び L-ascorbic acid の中，ascorbic acid が最も radiosensitive であると報告している。又 1949 年に Proctor 及び O'mera[2] の両氏は Van de Graff generator による super-voltage cathod ray の vitamin C（以下 V.C）に及ぼす影響に関して，0.25% の蓚酸溶液中で濃度 8 mg % の V.C は常温で 1,000,000 rep の dosage によつて 92% も酸化されるが，これを凍結状態で照射した場合は僅かに 9% しか分解されないと報告し，更に 29.5 mg % の V.C を含む orange juice の場合は，その orange juice 中に含有する V.C 安定剤のために，わずかしか変化分解しないことを併せて報告している。私共の今日迄の知見では radioactive isotope による γ—線の vitamin 類に及ぼす影響に関しては最近コロンビヤ大学に於て Co^{60} を照射源として，牛乳，その他の食品中に含まれる vitamin 類の変化に及ぼす影響について研究した結果のみで，それによれば V.C は最も分解されると報告しているが，尚その詳細は不明である。

1954 年 9 月 22 日受理

別の観点より GOLDBLITH, BATE 及び HAMMERLE[3] 等の諸氏は V.C は肉類，その他の食品が放射線照射を受けた場合に生ずる照射臭を消却する効果と，色の変化を防止する protective power を有すると報告している。以上これ等の点について不明の点が多いので基礎研究の一部として Co^{60}—21 及び 41 Curie を使用して γ—線のビタミン C に及ぼす影響について実験を行つた。

亦現在，強い放射線や線源の種類に応じた適当な線量測定の方法がないので，この変化し易い V.C の変化を逆に線量測定即ち dosimetry に或は利用できるのではないかと考へて実験を行つた。

Ⅱ. 実　　験

V.C として武田製 L-ascorbic acid を用い，水溶液の場合は変化が極めて早いので別表の如く各種 V.C 安定剤の溶液中に種々の濃度に溶解したものを 20 ccずつアンプル中に入れ，含気熔封した後照射を行つた。夏蜜柑は圧搾果汁を，莢腕豆は莢のまゝ使用した。又別に 2 % メタ燐酸で抽出した液汁についても同様に，アンプル中に含気熔封したものを照射した。此等に対する control はアンプル中に含気熔封等の操作を照射のものと同一に行つた。

放射線源として慶応義塾大学附属病院の Co^{60}—21 C，及び 41 C を使用した。

上記の試料を線源より 10～50 cm の距離に置き，15～42 時間に亘つて室温に於て照射し，被照射線量は照射時間と線源からの距離を変える事によつて調節した。

照射中，control は Co^{60} 照射室の隣室（操作室）に置き放射線の影響を受けぬ様注意した。照射終了後の試料は indophenol 法によつて V.C の変化を調べた。

試料中の V.C の濃度変化の表し方は，被照射試料の濃度検定時に於ける control 中の V.C の濃度を 100 としそれに対する被照射試料の濃度を百分率で示した。

Ⅲ. 実 験 結 果

V.C を 2% メタ燐酸液溶中に溶解して γ—線を照射した場合は第1表より明かな如く照射線量にほぼ比例して変化する。即ちこの事は照射線源の大きい程，照射距離の近い程，照射時間の長い程変化の大なる事を意味している。又 V.C の濃度の低い場合は，高い場合に比して変化は大である様な傾向にある。

Tabje 1. Vitamin C retention (%) of the radiated samples compared with the non-radiated sample.

Dosage (r.)	Concentration of vitamin C					
	20 mg. %		10 mg. %		5 mg. %	
	Time of exposure					
	17 hrs.	41 hrs.	17 hrs.	41 hrs.	17 hrs.	41 hrs.
0 (Control)	100	100	100	100	100	100
2500	98.6	98.0	96.2	95.0	91.0	91.0
5000	96.2	94.6	93.5	89.6	84.7	81.8
7500	94.0	91.1	89.6	84.6	78.1	73.1
10000	92.3	89.3	84.4	79.9	70.5	64.3
12500	91.5	88.0	81.5	74.0	65.1	54.1
15000	90.8	84.3	80.0	71.5	58.0	47.0
17500	89.6	84.2	78.1	71.0	51.8	39.8
20000	89.5	83.0	76.9	70.5	46.6	34.5
22500	88.1	81.5	75.0	68.4	42.3	29.6
25000	87.6	80.3	71.7	67.8	40.0	25.8

同一照射線量では短時間に強い照射量（線源距離が短いか，Curie 数即ち，線源量の大きい場合）を受けた場合の方がやや変化が少い傾向にある。

V.C は安定剤の溶液の種類により，γ—線に対する作用が異り第2表より明かな如く 2% メタ燐酸溶液中では他の安定剤，例えば，蓚酸やクエン酸の如き溶液中に於ける場合に比して，比較的安定である。

Tabje 2. Vitamine C retention in the solutions added with various stabilizer of Vitamin C.

Dosage (r.)	Concentration of vitamin C.							
	50 mg. %		20 mg. %			10 mg. %		
	Stabilizer added							
	Acetic acid (pH 2.4)	Sucrose (pH 6.7)	Oxali acid (pH 2.0)	Succinic acid (pH 2.8)	Meta-phosphoric acid (pH 2.4)	Citric acid (pH 2.8)	Meta-phosphoric acid (pH 2.4)	Oxalic acid (pH 2.0)
0 (Control)	100	100	100	100	100	100	100	100
5,000	98.3	93.8	95.6	92.9	96.2	88.5	93.5	89.5
10,000	97.2	90.5	92.6	85.0	92.3	79.0	84.4	81.8
15,000	96.4	88.1	89.5	80.9	90.8	70.1	80.0	72.3
20.000	95.2	86.0	85.7	76.7	89.5	61.0	76.9	65.0
25,000	94.8	84.8	83.5	73.1	87.6	53.5	71.7	58.0
30,000			81.5	68.2	85.8	46.2	65.5	51.2
35,000			80.0	64.7	84.1	40.0	60.0	44.8
40,000						34.1	55.8	39.1
45,000						27.5	52.0	34.4
50,000						22.5	49.6	29.8

Table 3. Vitamin C retention in citrus juice and peas.

Dosage (r.)	Sample used			
	Gitrus juice		Pea †	Pea juice △
	Concentra ion of Vitamin C.			
	* 28.9 mg. %	** 29.7 mg. %	** 26.7 mg. %	** 2.47 mg. %
0 (Control)	100	100	100	100
5,000	96,5	98.2	89.8	85.4
10,000	92,9	96.0	80.5	71.5
15,000	89,0	94.1	71.4	57.1
20,000	87,4	91.8	64.3	47.8
25,000		93.0	58.2	33.5
30,000		89.2	53.5	28.0
35,000		90.0	49.0	20.5
40,000		89.0	48.1	16.6
45,000		88.4	45.5	10.7
50,000		86.2	45.0	10.8
200,000		41.5		

† Not removed the shell.
△ Extracted and diluted by 2 % meta-phosphoric acid.
* Radiated by 21 curie of $Co.^{60}$
** // 41 curie of $Co.^{60}$

天然物中，特に夏蜜柑果汁の如きは果汁そのものに含まれる天然の安定剤のために γ一線照射に対して2%メタ燐酸溶液と同等，或はそれ以上に安定であることは第3表より明かである。

V.C の変化を dosimetry に応用し得るか否かについては第1表より明かな如く，V.C 濃度 5～10 mg %の 2% メタ 燐酸溶液中で，約 15,000 r 位迄の照射量の範囲では照射線量にほぼ比例して変化するが故に dosimetry に応用し得るものと考えられるが，これを決定ずけるには尚多くの実験結果によらねばならないので即断する事はできない。

Ⅳ. 考　　察

V.C に及ぼす γ一線の影響は予想以上に強いものであることは以上実験結果で判つた。従つて 20 kc 或は 10 kc の如き大きな照射線源で近接照射をした場合は極めて短時間に殆んど破壊されることが推察される。V.C の安定剤として，一般に好く使用されているメタ燐酸が γ一線に対しても同様にすぐれた安定剤であり亦，醋酸，琥珀酸，枸櫞酸，蓚酸，及び蔗糖も同様に相当の効果のあることがたしかめられた。亦，自然物として夏蜜柑果汁について行つた結果，元来，その中に含まれる自然の V.C 安定剤のために γ一線に対しても極めて効果的で防止保護作用を有する事は注目すべき事である。然るに莢腕豆は γ一線により，その含まれる V.C は割合早く変化する。これは莢腕豆を照射した場合に極めて早く緑色の退色することよりも考えられ，これが V.C と何等かの関係があるものかについて不明である。

Ⅴ. 要　　約

（1） γ一線に対して V.C は強く変化を受け，濃度 5 mg % の V.C の 2% メタ燐酸溶液中で 41 時間に 25,000 r の照射でその残存率は 25.8 % に低下した。

（2） V.C 安定剤は γ一線の作用に対しても安定剤としての作用を有し，特にメタ燐酸が効果的で醋酸，コハク酸，蔗糖等も同様に相当の効果を有する。

（3） 夏蜜柑果汁は γ一線に対しそれ自体に含まれる安定剤のために極めて安定であるが，莢腕豆は照射により短時間に緑色消失し V.C も強く変化を受けた。

（4） V.C を dosimetry に応用することは可能のようであるが，尚多くの実験結果によらねばならない。

終りに臨み，慶応義塾大学病院のコバルト照射装置の使用を許可された医学部長阿部勝馬先生，放射線科々長春名教授，牛場教授，並びに実験に御援助下さた二幸研究所主任研究員高橋武雄氏，実験の一部を担当された東京水産大学々生小川洋二，飯塚直の諸氏に深甚の謝意を表する次第である。

尚，本研究費の一部は厚生省の研究費に負うものである。茲に感謝の意を表する次第である。

文　　献

1) S. A. Goldblith and B. E. Proctor : *Nucleonics*, **5** (2), 50—58 (1949).
2) B. E. Proctor and S. A. Goldblith : *Nucleonics*, **5** (3), 56—62 (1949).
3) S. A. Goldblith, C. J. Bates, and O. A. Hammele : *Food Tech.*, **6**, 237 (1952).
4) S. A. Goldblith, B. E. Proctor, J. R. Hogness and W. H. Langham : *J. Biol. Chem.*, **179**. 1163—1167 (1949).

放射線による食品の防腐—Ⅱ.
γ-線による食品の防腐

岡田郁之助・小坂部勇・菊池武昭・福島 清
（東京水産大学）
山下久雄・佐々木正五・橋本一男
（慶応大学医学部）
赤塚 盛・渡辺 渉
（二幸研究所）

Experiment on the Antisepsis of Foods by Radioactive Rays—Ⅱ.
Preservation of Foods by Gamma-Radiation

I. Okada, I. Osakabe, T. Kikuchi, K. Fukushima, H. Yamashita, S. Sasaki, K. Hashimoto, M. Akatsuka, and W. Watanabe

The preservative effects of γ-ray radiation on "Kamaboko" (a kind of fish cake) were investigated by the microbiological and chemical test.

In this report, the radiation of γ-ray was carried out in two way, that is intermittent and continuous radiation.

When Co^{60} 21C. was used as a source of intermittent irradiation, it was hardly effective.

In continuous irradiation of γ-ray at such a short distance as 1 to 3 cm. from Co^{60} 41C. and 60C. for 41 hours, the following results were obtained;

(1) It was possible to perish bacteria.

(2) "Kamaboko" had the irradiated odour but had not any radioactivity.

Ⅰ. 緒 言

前報[1]に於て Co^{60} 21C. を照射線源として，鳴門巻に γ 線を 120 時間照射した結果（総照射線量，約 11 万 r.）殺菌効果のある事を認めた。本報に於ては前報と同一照射源を用い，同一線量（又はそれ以上の線量）を間歇的に照射した場合も連続的に照射した場合と同様に殺菌効果があるか否かを知る為に実験を行つた。

別に Co^{60} 41C. 及び 60C. を照射源として試料を照射源から極近距離に置いて連続照射を行つた場合の蒲鉾防腐の殺菌効果を細菌学的及び化学的検索によつて研究した結果を報告する。

Ⅱ. 実 験

線源は間歇照射には Co^{60} 21C. を近接連続照射の場合には Co^{60} 41C. 及び 60C. を使用した。試料はすべて加糖蒲鉾を使用し，試料の調製は前報と同様に行つた。

照射方法は間歇照射の場合は第1表に示す如き割合で，夫々の線源距離に於て行い，極近接連続照射の場合（線源よりの距離 1～3 cm.）はすべて前報[1]と同様の方法で行つた。

照射終了後の殺菌効果の判定試験は前報[1]と同様 pH，酸度，臭等の変化等について行つた。近接連続照射試料及びその対照試料は 35°C に恒温放置し細菌学的検索を次の如き方法で行つた。

一定量の試料に 5～10 cc. の滅菌生理的食塩水（0.85 %）を加えて，無菌操作により 1 分間 16,000 廻転のホモゲナイザーにて 1 分間処理後 pH 7.4 牛肉汁にて 10 倍稀釈を行い，37°C，24 時間培養後その濃度

1954 年 9 月 22 日受理

より菌数を算定した。又各稀釈列の 0.1 cc. を遠藤平板及び馬血液平板に塗抹して 37°C, 24 時間培養後菌数を算定し，同時に集落の性状により異つたものを分離した。

各菌の形態，グラム染色，Kliegler 培地 (glucose, lactose の変化), saccarose, mannitol, indole, Voges-Proskauer, methyl-red, citrate agar, 半流動寒天 (運動性) gelatine, urea 等により菌の同定を行いつゝあるが，此等については次の報告にゆずる。

Ⅲ. 実 験 結 果

第1表の如き状態で間歇照射した結果は第 2, 3, 4 表より明らかな如く，試料 No.1 の 157 時間照射の場合（自2月 15 日—至2月 25 日，A の位置で照射された試料は総照射線量約 23 万6千 r. を受けている）も，No.2 の 148 時間照射の場合（自2月6日—至2月 15 日，総照射線量は A の位置で 22 万2千 r.）も No.3 の 125 時間照射の場合（自2月27日—至3月8日，総照射線量は A の位置で 18 万8千 r.）も共に殺菌効果は若干認められるが，恒温放置後の pH，酸度及び臭等の考察から見ると，完全には殺菌されていない事が判る。此の傾向は特に線源より遠い位置に於て照射された C, D, E, F. の試料に現われ殺菌の効果は殆どない事が観察された。即ち上記の如き γ-線の間歇照射によつては，殺菌の効果を期待する事は殆ど不可能であると考える。

線源より 1～3 cm. の如き近距離に於て連続的に照射した場合は第4表より明らかなる如く照射試料を5日間 35°C に恒温放置後に於てもその菌数は零であつた。又化学的検索を行つた結果も，pH，酸度等に何等の変化も認められなかつた。control に於ては5日間 35°C に恒温放置せるものは 3×10^6 乃至 19×10^7 の菌数を有し，又 pH，酸度も著しく変化し完全に腐敗した。

此のように Co^{60} 41C. 及び 60C. を使用して近接照射を連続的に行つた場合は細菌学的及び化学的検索両面より Control と非常な差異を生じ，照射試料が完全に殺菌せられている事が明らかにされた。

官能検査によつて，近接連続照射の蒲鉾には所謂，照射臭を帯びる事が観察された。然しながら此のような近接照射に於ても，蒲鉾自体に放射能を帯びる事はなかつた。（神戸工業製の G. M. 計数管による）此の事も亦注目すべき点と考えられる。

Table 1. Time of intermittent exposure.

Experiment number	When exposure started Date	Time	When exposure ended Date	Time	Hours of irradiation
	(1954)		(1954)		hrs. min.
No. 1	15 Feb.	15 55	16 Feb.	8 50	16 55
	16 〃	16 07	17 〃	8 50	16 43
	17 〃	16 15	18 〃	8 50	16 35
	18 〃	17 10	19 〃	8 50	15 40
	20 〃	15 54	22 〃	8 50	40 56
	22 〃	16 19	23 〃	8 53	16 34
	23 〃	16 18	24 〃	8 56	16 38
	24 〃	15 50	25 〃	8 50	17 00
			(Total hours irradiated)		157 01
No. 2	6 Feb.	16 20	8 Feb.	8 47	40 27
	8 〃	16 20	9 〃	8 45	16 25
	9 〃	15 55	10 〃	8 55	17 00
	10 〃	16 25	11 〃	8 53	16 28
	12 〃	16 00	13 〃	8 50	16 50
	13 〃	16 00	15 〃	8 50	40 50
			(Total hours irradiated)		148 00
No. 3	27 Feb.	16 12	1 Mar.	8 51	16 39
	1 Mar.	16 10	2 〃	8 51	16 41
	3 〃	15 54	4 〃	8 50	16 56
	4 〃	16 03	5 〃	8 54	16 51
	5 〃	16 03	6 〃	8 53	16 50
	6 〃	15 49	8 〃	8 50	41 01
			(Total hours irradiated)		124 58

Table 2. Distance from the radiation source to the sample and the total dosage of γ-ray.

Sample	Distance from the source to the sample (cm.)	Total dosage (r.) Experiment number No. 1	No. 2	No. 3
A	11.0~13.5	236,000	222,000	188,000
B	16.0~18.5	118,500	112,000	94,200
C	18.5~21.0	96,900	91,300	77,100
D	21.0~23.5	78,000	73,500	62,100
E	23.5~26.0	63,400	59,800	50,500
F	26.0~28.5	52,200	49,300	41,600

Table 3. Effects of intermittent exposure on "Kamaboko" using Co^{60}—21C. as a radiation source at room temperature. Experiment number, No. 1; total hours of exposure 157: 01 (See Tables 1 and 2).

Sample	Incubation time (hr.) 0 pH	Acidity	Odor	24 pH	Acidity	Odor	48 pH	Acidity	Odor	96 pH	Acidity	Odor
Control	4.70	20.85	###	5.45	7.54	###	5.35	8.48	###	4.80	19.20	###
A	6.71	1.93	—				6.39	2.41	±	4.52	25.47	###
B	5.86	4.63	+				5.83	4.43	##	5.50	7.21	##
C	5.97	3.61	##	6.03	3.45	##	5.15	12.03	###	4.80	19.00	###
D	5.62	6.19	##	5.88	4.08	##	5.45	7.95	###	4.60	17.80	##
E	5.72	5.23	##	5.40	8.42	###	5.15	12.07	###	4.95	14.04	###
F	6.62	1.84	—	5.34	9.12	###	4.81	18.62	###	4.80	18.95	###

Table 4. Effects of intermittent exposuse on "Kamaboko" using Co^{60}—21C. as a radiation source at room temperature. Experiment number, No. 2; total hours of exposure, 148 (See Tables 1 and 2).

Sample	Incubation time (hr.) 0 pH	Acidity	Odor	24 pH	Acidity	Odor	48 pH	Acidity	Odor	96 pH	Acidity	Odor
Control	5.93	4.03	###	5.15	8.49	###	4.38	29.62	###	4.45	16.80	###
A	6.88	1.91	—				6.48	2.05	±	6.95	1.40	±
B	6.58	5.82	±				6.49	1.88	±	4.80	18.62	###
C	6.32	2.46	±	5.95	4.61	##	5.88	8.21	###	5.52	7.29	###
D	5.79	6.23	##	5.60	6.83	##	5.05	14.51	###	4.41	29.78	###
E	5.48	7.29	##	4.75	19.92	###	4.60	23.81	###	4.52	19.20	###
F	5.90	4.13	##	5.42	8.09	###	5.13	12.15	###	4.40	20.12	###

Table 5. Effects of intermittent exposure on "Kamaboko" using Co^{60}—21C. as a radiation source at room temperature. Experiment number, No. 3; total hours of exposure, 124: 48 (See Tables 1 and 2).

Sample	Incubation time (hr.) 0 pH	Acidity	Odor	24 pH	Acidity	Odor	48 pH	Acidity	Odor	96 pH	Acidity	Odor
Control	4.87	17.45	###	4.58	23.64	###	5.42	8.40	###	4.75	20.02	###
A	6.69	1.82	—				6.15	3.08	±	6.25	3.13	±
B	6.64	2.79	±				5.35	5.65	###	5.05	13.47	###
C	5.88	4.00	##	6.10	2.58	##	6.00	3.95	##	5.05	14.13	###
D	5.38	8.26	###	5.42	8.03	###	5.64	6.06	###	5.31	10.22	###
E	5.36	9.91	##	5.81	4.35	##	6.15	3.82	+	5.39	8.15	###
F	5.00	14.89	###	5.30	9.48	###	4.90	16.93	###	4.98	17.15	###

Table 6. Bacteriological and chemical properties on the "Kamaboko" irradiated by gamma-ray emitted from Co^{60}—41 and 60 curie sources.

Sample	Data after incubation for 5 days at 35°C. (Samples wrapped in Sn-leaf)			
	Organoleptic observation	Decaying and fermenting odor	pH	Acidity (c.c of *n*/28 NaOH consumed by 100g of sample)
Control	Many yellowish colonies of bacteria and fungi, viscous fluid matter were observed.	++++	4.85	23.6
Irradiated	Good appearance was observed organoleptically for the samples irradiated with both 41 and 60 curie radiation source.	—	7.02	0.89
		—	7.06	0.92

Culture	Data after incubation for 24 hrs. at 37°C. Number of microorganisms after incubation	
	Sample wrapped in Sn-leaf	Sample wrapped in no Sn-leaf
B*	19,000,000	193,500,000
E**	4,000,000	3,036,000
B*	Irradiated with 60 curie source, 0	0
	Irradiated with 41 curie source, 0	0
E**	Irradiated with 60 curie source, 0	0
	Irradiated with 41 curie source, 0	0

Distance from th source……1~3 cm., dosage……about 2,255,000 r. (41 curie)
Irradiation time ……41 hrs., dosage……about 3,416,000 r. (60 curie)
*B=Blood agar plate culture
**E=Endo agar plate culture

Ⅳ. 考　　察

以上の実験結果から考察するに，微生物に対する γ 線の作用は総照射線量のみによるのではなく，一定の線量を一定時間内に照射を受けなければ死滅せず，定つた照射条件の下では一定強度以上の dosage rate を以つて，完全殺菌に必要な総照射線量に達する迄，連続照射する必要のある事が判る。従つて線源量，線源よりの距離，連続照射時間等が細菌を死滅へ導く重要な条件で，総照射線量が細菌の死滅を支配する唯一の条件ではないと考えられる。此の事は恐らく他の生物に対しても，ほゞ同様であると想像せられる。

以上の事は Co^{60} 41C. 及び 60C. を使用して 1~3 cm. の如き近接照射により一時に多量の線量を而も 41 時間連続的に行つた結果，蒲鉾中の細菌が完全に死滅したと云う点からも想像される。今回の実験により我々は予想以上に下等生物（細菌の如き）の放射線に対する抵抗性が強い事が観察された。

Ⅴ. 要　　約

Co^{60} 21C. を用いて，γ-線による食品の間歇照射殺菌について，蒲鉾を用いて研究した。

（1） 種々の dosage rate と間歇照射時間について行つたが，此の実験の範囲に於ては間歇照射による殺菌効果は得られなかつた。

（2） 細菌の死滅を支配するものは総照射線量が唯一の条件ではなく，一定強度以上の dosage rate を以つて一定時間以連上続照射を行う事が重要な条件であると考える。

Co^{60} 41C. 及び 60C. を照射線源として，線源よりの距離 1～3cm. の如き近接照射を蒲鉾に対して 41 時間行つた結果

（1） 細菌学的，化学的考察の結果，完全に細菌が死滅する事が判り，此の条件では完全殺菌が可能である。

（2） 近接照射により，一時に多量の線量が照射された結果，蒲鉾に所謂照射臭を帯びたが，蒲鉾自体に放射能を帯びる事はなかつた。

終りに臨み，慶応義塾大学病院の Co^{60} 照射装置の使用を許可された医学部長阿部勝馬先生，放射線科科長春名教授，色々と御配慮を賜つた牛場教授，実験に助力を賜つた二幸研究所主任研究員高橋武雄氏，実験の一部を担当された東京水産大学々生，飯塚貞，小川洋二の諸氏に深甚の謝意を表する次第である。

尚本研究費の一部は厚生省よりの研究費によるものである併せて感謝の意を表する。

文　　献

1) 岡田・小坂部・菊池・福島・山下・赤塚・金田・渡辺：日水会誌；**20**,249～255 (1954).
2) C. G. Dunn, W. L. Capbell, H. Fram, and A. Hitchins: *Journ. App. Phys.* **19**, 605 (1948).
3) B. E. Proctor, and S. A. Goldblith: *Food Techn.*, **5**, 376 (1951).
4) L. E. Brownell *et al*: Univ. of Michigan, Engineering Research Institute, Coo-196, Utilization of the Gross Fission Products, Progress Report 5, Project M 943, U. S. Atomic Energy Commission Contract, No. AT (11—1)—162, September (1953).
5) 同上：M 943, V. S. Atomic Ener. Comm. Cont., June 31 (1952).

放射線による食品の防腐—Ⅲ. γ-線による食品の防腐

岡田郁之助・小坂部 勇・菊池 武昭・福島 清
(東京水産大学)
山下久雄・佐々木正五・橋本一男
(慶応義塾大学医学部)
赤塚 盛・渡辺 渉
(二幸研究所)

Experiment on the Antisepsis of Foods by Radioactive-Ray—Ⅲ. Presevation of Foods by Gamma-Radiation

I. Okada, I. Osakabe, T. Kikuchi, K. Fukushima
H. Yamashita, S. Sasaki, K. Hashimoto
M. Akazuka, and W. Watanabe

The Preservative effects of γ-ray radiation on the fresh fish meat were investigated by the microbiological and chemical tests.

As the results, the following observations were obtained;

(1) Bacteria could be perished completely when the radiation was carried out at such a short distance as 1 to 3 cm. from Co^{60} 41C source for 4 hours (its irradiated dose was ca. 220,000 r.).

(2) By the large quantities of γ-ray projection the fresh fillet of tuna had a tinge of dark red and the irradiated odour, but had not any radioactivity.

Ⅰ. 緒 言

前報（第Ⅰ報，第Ⅱ報）に於て，蒲鉾及び鳴門に γ-線を照射しその殺菌効果について報告した。本報に於ては試料に鮪新鮮肉の fillet を使用し，連続的に近接照射を行い，その殺菌効果を細菌学的，化学的に検索した結果を報告する。

Ⅱ. 実 験

材料として本鮪を使用し，その普通肉（背肉）を供試料とした。試料の大きさは照射線源の cave の関係上（前報の蒲鉾の極近接照射の場合とほぼ同様である）fillet の厚さ 0.2～0.4 cm，幅 2.5 cm 角とした。の（1.5～3 g）を前報同様に錫箔に包んだものと，包まぬ試料を調製し，更にこれ等を polyethylene bag で二重に真空脱気密封した後照射した。

従つて線源距離は fillet の一番近い部分が 1 cm，一番遠い部分が 3 cm になる様に radiation cave に挿入せしめた後照射を開始した。照射はすべて前報同様その時の室温で行い，control は前報同ように，照射中は Co^{60} 照射室の隣の操作室に放置した。

照射時間は第1表に示す如く，1時間より 40 時間に亙り行つた。照射終了したものは逐次 control と共に細菌学的，化学的検索を行つた。細菌学的検索の方法は前報同様に行い，化学的検索は pH については Beckman のガラス電極を用い，NH_3 (volatile base) は常法による減圧蒸溜法によつた。

外観，臭，及色等については，すべて官能検査によつた。

1954 年 9 月 22 日受理

Table. 1. Effect of irradiation of gamma-rays emitted from 41 curie Co^{60} source on the survival of microorganisms in flesh tuna fillet.

Fillet		* Culture	Time of Irradiation (hr.) 0	1	2	3	4	0	4	8
			Dosage (roentgen) 0	55.000	110.000	165.000	220.000	0	220.000	440.000
Wrapped in Sn-leaf	Not irradiated	B	38,500	—	—	—	—	65,000	38,000	54,000
		E	9,400	—	—	—	—	86,000	18,600	116,000
	Irradiated	B	—	2,800	0	0	0	—	300	0
		E	—	30	0	0	0	—	100	0
no Sn-leaf	Not irradiated	B	—	—	—	—	—	12,000 81,000	22,800 —	— —
		E	—	—	—	—	—	22,400 108,000	16,400 —	— —
	Irradiated	B	—	—	—	—	—	—	700	0
		E	—	—	—	—	—	—	800	0

Time of Irradiation (hr.) 12	16	20	24	28	32	36	40
Dosage (roentgen) 660,000	880,000	1,100,000	1,320,000	1,540,000	1,760,000	1,980,000	2,200,000
280,000	1,100,000	2,230,000	1,000,000	3,200,000	—	—	2,700,000
440,000	3,140,000	2,700,000	2,200,000	4,200,000	—	—	64,500,000
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
3,100,000	—	—	—	—	—	—	—
3,400,000	—	25,900,000	62,100,000	44,100,000	—	—	—
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

* Curtures were incubated at 37°C, for 24 hrs.
B., a culture grown in blood-agar medium
E., a culture grown in ENDO-agar medium.

Ⅲ. 実 験 結 果

第1表により明かな如く，鮪肉を1～3cm の距離で極近接照射をした場合は，最初の1時間照射により細菌数は急激に減少し2時間，3時間と照射時間の増加するに従って減少し，4時間照射で菌数零の場合と未だわずか残存する場合とを生じた。又8時間以上の照射に於ては，いずれの場合も菌の生存は認められなかった。

又化学的検索の結果は第2表により判る如く，被照射試料を照射終了後，35°C で 24時間 incubate したものは pH, NH_3 (volatile base) には何等変化を認められぬに反し，control は明かに変化し悪臭を生じた。

線源より1～3cm の如き近接照射した試料に於ては鮪肉の赤色は暗色を帯び，更に照射臭を帯びる事が観察せられた。これ等の試料をG.M. 計数管を用いて放射能の測定を行つたが，放射能は全然認められなかつた。

Table. 2. Organoleptic and chemical obserbations in the fresh fillet of tuna irradiated by gamma rays.

	Fillet		
	Not irradiated * (Control I)	Irradiated **	Not irradiated ** (Control II)
Liquiefaction	Slightly liguified	Not liquified	Slightly liquified
Colour	Not changed in red colour	Slightly increased in brown colour	apparently changed in colour
Odour	Slightly decayed odour	Not decayed odour	Decayed odour
pH	5.52	5.62	6.21
Volatile base (mg % of NH_3)	16.4	16.5	36.2

Distance from the emitter (41 C, Co^{60}) to the fillet, 1~3 cm,; total dosage, 2,255.000 roentgen, time of radiation, 41 hrs.; fillet. wrapped in Sn-leaf.

* Observed immediately after the irradiation.

** Observed after the incubation of 24 hrs. at 35°C following the irradiation.

Ⅳ. 考　　察

以上の実験結果より考察するに，鮪肉を Co^{60} -41 C を使用して，線源距離 1 ～ 3 cm の如き極近接照射により連続照射した場合は 4 時間前後で完全に無菌の状態とたることが判る。照射用鉛容器その他より来る二次線を考慮に入れずに線量を計算すると，4 時間の照射により鮪肉の受けた総照射線量は線源より最も遠い 3 cm の fillet の部分で約 22 万 roentgen であり，最も線源に近い 1 cm の部分では約 200 万 roentgen の線量を受けていることが判る。

上の実験結果より推論して，今 Co^{60}--40 C で鮪肉を 1 ～ 3 cm の線源距離で 5 時間で殺菌できるとすれば，鮪肉を 1 分以内にて殺菌するための所要線源量は

$$40\,\mathrm{C}\times\frac{60\times5}{1}\fallingdotseq12{,}000\,\mathrm{C}=12\,\mathrm{KC}$$

の Co^{60} を必要とする。

実際は上下両面より照射する必要があるので，この 2 倍位即ち，24 KC 位は必要であろう。

すでに述べた如く，官能検査の結果鮪肉は近接照射によつて照射臭を帯びた事は注意すべき点であり，又鮪肉の赤色味も同時に暗色化した事も注意すべき点である。これ等の防止法については，目下細菌学的検索と共に研究中であるので，次の機会に報告する予定である。

Ⅴ. 要　　約

鮪鮮肉に γ-線を極近接照射して，その殺菌効果について細菌学的，化学的及び官能試験を行つた。

（1） 線源距離 1 ～ 3 cm の極近接照射により 4 時前後で完全に細菌を死滅せしむことが出来る。この時の総照射線量は照射用鉛容器その他よりの二次線を計算に入れずに約 22 万 roentgen である。

（2） 極近接照射により鮪鮮肉に照射臭を帯びた。

（3） 極近接照射の結果鮪鮮肉の赤色が暗色化した。

（4） 極近接照射により鮪肉に二次放射能を帯びることはない。

終りに臨み，慶応義塾大学病院のコバルト照射装置の使用を許可された医学部長阿勝馬先生，放射線科科長春名教授，色々と御配慮を賜つた牛場教授，実験に助力を賜つた二幸研究所主任研究員高橋武雄氏，実験の一部を担当された東京水産大学々生，飯塚直，小川洋二の諸氏に深甚の感謝の意を表する次第である。

尚，本研究費の一部は厚生省の研究費によるものである。併せて謝意を表する。

文　　献

1) 岡田・小坂部・山下・渡辺・赤塚・菊池・金田・福島： 日水会誌，**20**，249～255 (1954).

2) 岡田・小坂部・菊池・福島・山下・佐々木・橋本・赤塚・渡辺・： 日水会誌，本号

3) C.G. Dunn, W.L. Cappell, H. Fram, and A. Hitchins : *Journ. App. Phys.* **19**, 605 (1948).

4) B.E. Proctor, and S.A. Goldblith : *Food Techn.*, **5**, 376 (1951).

5) L.E. Brownell *et al* : Univ. of Mich., Engineering Res. Inst., M 943, P. 60, June 31 (1952).

6) L.E. Brownell *et al* : Univ. of Mich., Engineering Res. Inst., Coo-196, Utilization of the Gross Fission Products, Progress Report 5, Project M 943, U.S. Atomic Energy Commission Contract, No. AT (11—1)-162, September (1953).

7) R.S. Hannan : *Food Science Abstracts*, **26**, 121 (1954).

放射線による食品の防腐—Ⅳ.
γ—線による食品の防腐

岡田郁之助・小坂部勇・福島清・佐々木正五・橋本一男・渡辺渉
（東京水産大学） （慶応大学医学部） （二幸研究所）

Experiment on the Antisepsis of Foods by Radioactive-Ray—Ⅳ.
Preservation of Food by Gamma-Radiation (1)

I. Okada, I. Osakabe, K. Fukushima, S. Sasaki,
K. Hashimoto and W. Watanabe

Bacteriological survey was made for the samples taken from different layers of fish-cakes (Kamaboko), which were exposed under gamma-ray irradiation, to examine the distribution of survived micro-organisms in the products. Successive irradiation for about 5 hours were shown as necessary to minimize spoilage bacteria remained in the fish-cakes.

Ⅰ. 緒 言

第Ⅰ報及び第Ⅱ報に於て，γ—線による煉製品の殺菌防腐について Co^{60} 41 Curie を照射線源とし，線源よりの距離 1～3 cm., 照射線量 55,000 r/H/3 cm.（nominal の線量で二次線による線量を含まず）の条件で 41 時間連続極近接照射を行い，完全に殺菌せられる事を，微生物学的及び化学的試験，官能試験により観察し報告した。

今回の第Ⅳ報に報告する結果は，第Ⅰ報，第Ⅱ報に於て未だ究明せられていなかつた点，即ち 1～5 時間に亘る照射時間と生存菌数との関係について前報同様，小田原産加糖蒲鉾を使用して検索した結果を報告する。本研究に於ては試料は常に蒲鉾の中層より採取しているが，表層，中層，下層，各層の細菌の分布及び汚染状態について検索した結果についても併せて述べる。

Ⅱ. 実 験

試料は第Ⅱ報の近接照射の場合と同様な方法で調製し，Co^{60} 41 Curie を照射線源とし，線源よりの距離は前報と同様 1～3 cm. の極近接照射を常温に於て行つた。

細菌学的検索は次の如き方法によつて行つた。即ち一定重量（0.5 g.）の試料を一定量（4.5 cc.）の滅菌生理的食塩水（0.85 %）と共に無菌操作により 1 分間 16,000 廻転のホモゲナイザーにて 1 分間処理して原液とした。此の原液 0.2 cc. を pH 7.4 の牛肉汁 1.8 cc. にて 10^{-9} 迄 10 倍稀釈を行い，37°C で 24 時間培養後にその濁度より総菌数を推定すると同時に各稀釈系列の一白金耳を馬血液寒天平板に塗抹し，37°C 24 時間培養後，生残菌の有無を調べた。又稀釈系列中の適当な処を選びその 0.1 cc. を遠藤平板及び馬血液寒天平板培地に塗抹し，好気的に 37°C 24 時間培養し，その集落の異るものを総て分離して菌種計算を行つた。分離菌については主としてグラム染色によつて形態を調べた。

Ⅲ. 実 験 結 果

第1表，第2表により明らかなる如く，蒲鉾の表層は中層より，中層は下層より菌数が少なく，板付附近の下層が最も細菌数が多かつた。此の場合特に桿菌でグラム陽性のものの存在が著しかつた。又二次汚染を受けた表層に於ては球菌（グラム陽性）が多く観察せられた。

1955 年 1 月 5 日受理（印刷費負担）

Table 1. Number of microorganisms in the various layer of the sample "Kamaboko"—— I.

Incubated 24 hrs. at 37 °C.

Microorganisms / Gram (+)(−) / Layers of "Kamaboko" / Culture		Bacteriaceae (+)	Bacteriaceae (−)	Coccaceae (+)
Surface	B	3,700	0	16,600
	E	2,000	0	19,200
Middle	B	20,000	0	200
	E	16,700	0	0
Lower	B	672,000	0	0
	E	600,000	0	0

B=Blood agar plate culture
E=Endo agar plate culture

Table 2. Number of microorganisms in the various layer of the sample "Kamaboko"—— II.

Incubated 24 hrs at 37 °C.

Dilution / Layers of "Kamaboko"	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Surface	##	##	##	—	—
Middle	##	##	##	##	—
Lower	##	##	##	##	##

下層部に細菌数が多いと云ふ結果は，蒲鉾製造時に於ける加熱条件では板付部分に熱の伝導が悪い為，煮熟不充分で，細菌が残存した為であると考えられる。以上の結果から中層が表層及び下層に比して二次汚染や加熱不足のない事が認められるので試料調製に於ては中層を選ぶ事が適当であると認められる。

次に蒲鉾の γ—線による殺菌については，第3表より明らかな如く，照射1時間後に於ては生存菌数は急

Table 3. Effect of irradiation by gamma-ray using Co^{60}–41 curie source on the survival of microorganisms of "Kamaboko".

Incubated 24 hrs at 37 °C.

Distance from the source……1～3 cm. Dosage…… 55,000 r/H/3 cm.
Irradiation temperature……28～29.5 °C.

Sample	Irradiation time (hr.)	Culture	Bacteriaceae Spore (+)	Bacteriaceae Spore (−)	Coccaceae Gram (+)	Coccaceae ?
Control		B	1,400	700	7,900	300 ?
		E	2,200	4,300	0	0
Control	Elasped 5 hrs. at room temp.	B	104,000	0	88,000	
		E	170,000	0	0	
Irradiated sample (Sn-leaf-wrapped)	1	B	1,600	0	720	
		E	190	0	40	
〃	2	B	300	0	60	
		E	200	0	0	
〃	3	B	10		50	
		E	0		0	
〃	4	B	10		60	
		E	0		0	

Irradiated sample (do not wrapped with Sn-leaf)	1	B	2,900	0	0
		E	600	0	800
〃	3	B	70		10
		E	0		0
〃	4	B	60		0
		E	0		?
〃	5	B	?		0
		E	0		0

B=Blood agar plate culture
E=Endo agar plate culture

激に減少し，4～5 時間の照射では殆ど死滅する事が判る。此の場合，桿菌特に有芽胞桿菌及びグラム陽性の球菌が残存したが，中でも有芽胞桿菌が比較的永く生存する傾向にあるのは，γ-線に対し胞子が強い抵抗性を有する事が想像される。尚，詳細な研究は目下続行中であるので次の機会に報告する。

Ⅳ. 考　　察

以上の実験結果より考察するに Co^{60} 41 Curie を以つて極近接照射を行う場合は照射時間 5 時間位で細菌は殆ど死滅する事が判つたが，蒲鉾の長期保蔵を行う為には不充分であり，2 倍の安全率をとれば，少なくとも上記実験の条件で 10 時間以上の連続照射が必要であると考える。又，胞子形成菌が熱に対して強い抵抗性を示す如く，γ-線に対しても強い抵抗性を有する事が明らかにせられた。

此の実験中，錫箔に包んだものと，包まぬものとの間に殺菌効果についての差異が殆んど認められなかつたが，此は恐らく極近接照射の為試料が鉛容器中にあり，鉛容器より生ずる二次線と試料を包んだ錫箔より生じた二次線が共に作用した結果であると考える。

Ⅴ. 要　　約

Co^{60} よりの γ-線により蒲鉾の殺菌について報告した。

（1） Co^{60}-41 Curie を線源とし線源距離 1～3 cm. で室温に於て 5 時間の照射で殆んど菌数零となる。

（2） 最初の照射 1 時間で菌数は急激に減少する。

（3） 胞子形成菌は γ-線にも抵抗力が強い。

（4） 蒲鉾は下層即ち板付の部分が加熱不充分のために桿菌類の生残菌数が多い傾向にあり，表層は第二次汚染による菌種の生存する傾向がある。

（5） 蒲鉾の殺菌保蔵には上記の条件下で少くとも 10 時間以上の連続照射を必要とするものと考察される。

この研究を行うにあたり，慶応大学医学部長阿部勝馬先生，同放射線科春名教授，同細菌学教室牛場教授並びに同科の方々の御厚意と御援助に対し深謝の意を表する次第であります。

文　　献

1) C. G. Dunn, W. L. Capbell, H. Fram, and A. Hitchins: *Journ. App. Phys.* **19**, 605 (1948).
2) B. E. Proctor, and S. A. Goldblith: *Food Techn.*, **5**, 376 (1951).
3) L. E. Brownell *et al*: Univ. of Mich., Engineering Res. Inst., M 943, p. 60, June 81 (1952).
4) L. E. Brownell *et al*: Univ. of Mich., Engineering Res. Inst., Coo—196, Sept. (1953).
5) 岡田，小坂部，菊池，福島，山下，金田，赤塚，渡辺：日水会誌 **20**, 249～255 (1954).
6) 岡田，小坂部，山下，佐々木，菊池，福島，渡辺，橋本，赤塚：“放射線による食品の防腐—Ⅱ～Ⅲ” 日水会誌 **20**. No. **6**, (1954). 速報及び日水会誌 **20**. 989～996 (1955) 本誌本号

放射線による食品の防腐—V.
γ--線による食品の防腐

渡辺 渉・山下久雄・佐々木正五
（二幸研究所） （慶応大学医学部）
岡田郁之助・小坂部 勇・菊池武昭・福島 清
（東京水産大学）

Experiment on the Antisepsis of Foods by Radioactive-Ray—V.
Preservation of Foods by Gamma-Radiation (2)

W. Watanabe, H. Yamashita, S. Sasaki, I. Okada
I. Osakabe, T. Kikuchi, and K. Fukushima

In our previous papers, gamma-ray due to Co-60, having its potency of 41 curie, was examined as to retarding effect for growth of micro-organisms isolated from tuna fish fillets and certain forms were found resistant to gamma-radiation.

In the present experiment, studies were made for grouping organisms survived after 40 hours irradiation. Certain yeasts and Gram-positive cocci were noticed as the most tolerable strains for gamma-ray irradiation.

I. 緒 言

コバルト 60 の γ 線により鮪生肉を照射した場合，細菌を完全に死滅せしめ得る事は，先に第Ⅲ報に於て報告した。即ち Co^{60} 41C を用い，線源よりの距離 1 ～ 3 cm 4 時間の照射により殺菌の目的を達し得た。然し乍ら，第Ⅲ報に於ては，細菌数の計測により，その死滅のみを報告し，個々の細菌についての詳細は省略した。其の後の研究の結果，各条件に於ける生存細菌群を分析したので，此処に報告する。但し，菌種はグラム陰性桿菌を主とし，球菌は詳細な分類を行わず形態的分類を行つた。尚，本研究に当つては，好気性細菌のみをとり，嫌気性細菌については行わなかつた。

II. 実 験 方 法

(i) 被照射試料の調製

略々汚染度均一と思われる鮪生肉塊より，0.5g の生肉切片を秤量し，厚さ 6/100～10/100mm のポリエチレン袋の中に脱気密封し，別に，厚さ 1/100mm の錫箔を二重に巻いて，同様に脱気密封したものと，二種類調製した。

(ii) 照射方法

照射線源として，慶応義塾大学附属病院コバルト治療室にあるコバルト 60 41C（キューリー）を使用し線源よりの距離 1 ～ 3 cm に試料を置き，一定時間に取出し，後述の細菌分離操作を行つた。

(iii) 細菌数の計算

滅菌せるホモゲナイザー中に，滅菌食塩水 4.5cc に，無菌的に取出した試料（0.5g）を加え，毎分 16,000 回転で粉砕し，菌原液（1/10 稀釈）とし，之を滅菌ブイヨン試験管列（1.8cc）に 0.2cc 宛注入し，1/10 稀釈を行い，その各稀釈列より 0.1cc の菌液をとり，遠藤培地，馬血液寒天培地表面に塗沫し，37°～38°C で 24 時間培養し，各稀釈より現れる菌株数と，ブイヨン列の溷濁及び血液寒天平板上への累代培養によ

1955 年 1 月 5 日（受理印刷費負担）

る生存菌の確認とより，大略の総菌数を計算した。然し，以上の如き方法である為，それによる誤差は当然含まれて居る。

(iv) 細菌分離法

上記の遠藤培地，馬血液寒天培地に生じた集落中，異る性状を呈するものを純培養し，次の如き操作を加えた。

(イ) 普通寒天斜面培養を行い，色素産生の有無を調べた。
(ロ) グラム染色を行い，その形態び及グラム染色性を調べた。
(ハ) グラム陰性桿菌を抜出し，IMVIC System (indol 反応，methylred，VÖGES PROSKAUER 反応，citrate 反応) を調べた。
(ニ) KLIEGLER 培地に植え，乳糖，葡萄糖の分解による酸，瓦斯の産生及び H_2S の産生を調べた。
(ホ) BARSIKOW 培地（糖加ペプトン水）により，マンニット，サッカローズの分解を見た。
(ヘ) 半流動寒天中で菌の運動性を調べた。
(ト) ゼラチン培地で，その液化力を調べた。
(チ) 尿素培地により，尿素の分解性を見た。
(リ) リトマス牛乳より，酸，アルカリの産生，凝固及びペプトン化を見た。
(ヌ) 硝酸塩培地により，亜硫酸の還元性を見た。

以上の性状より BERGEY 分類法に従い，各段階のグラム陰性桿菌の菌種を決定した。

Ⅲ. 実 験 結 果

(i) 汚染度の試験

一般に，魚肉は外部からの汚染がない限り，無菌であるべきであると云われて居るので，次の如き方法で鮪生肉塊より無菌的に肉片を取出し 0.5g 秤量し，総菌数を調べた。即ち，使用する器具，鋏，ピンセット秤の上の紙は完全滅菌し，肉片をとるべき部位を広範囲に亙り赤熱せる金属片で表面を焼き，その中心部より，深さ 2～3 cm の奥の肉片を無菌的に取出し，前記同様に総菌数を調べた所，零の結果であつた。即ち全く無菌であるか，或は非常に少い事を示した。従つて，以後は成るべく，近接部位で条件を等しくなるように試料を調製した。

(ii) 錫箔包の鮪生肉の結果 (Table 1)

鮪生肉を錫箔に包み，0，4，8，以後，4時間毎に，照射，非照射試料を分析した所 Table 1 及び 2 を得た。即ち細菌は4時間照射に残存し，8時間には零であつた。残存菌種は酵母及び不明菌であつた。

(iii) 錫箔無の鮪生肉の結果 (Table 3及び4)

同様に錫箔無で行つた所，之も又，4時間照射に細菌が生存し，8時間で零であつた。然し，菌種は(ii)に於て酵母及び不明菌であつたのに対し，此の場合には他の菌種も残存して居た。

(iv) 錫箔包の鮪生肉短時間の結果 (Table 5)

今回は短時間の照射結果を見る為，1，2，3時間の照射を行つた。最初の1時間に相当数の細菌が死滅し2，3時間は大差ない菌数であつた。

(v) 錫箔有無による効果の比較

今回は同一試料で錫箔の効力を見る為，箔包1～4時間，箔無1～5時間照射し，ブイヨン列の濃濁及び平板培養での総菌数及び生残菌の確認を行つた。

Table 2. Effect of γ-radiation on the survival of microorganisms of fresh tuna fillet wrapped in Sn-leaf and sealed in polyethylene bag at room temperature. Incubated 24hrs. at 37°C.

Exposure(radiation)time (hr.) / Microorgnism	Culture	4	8	12～40
Yeast	E	0	0	0
	B	300	0	0
Unknown	E	100	0	0
	B	0	0	0

E=ENDO culture　B=Blood culture

Table 1. Serial and numerical variation of microorganisms in fresh tuna fillet, wrapped in Sn-leaf and sealed in polyethylene bag during the time elapsed at room temperature (control). Incubation, 24hrs. at 37°C.

Microorganism \ Time elapsed (hr.)	Cuture	0	4	8	12	16	20	24	28	40
Alcaligenes fecalis	E	31,000								
	B	48,000	1,2000							
Alcaligenes metalcaligenes	E	30,000	54,000	15,000	50,000		800,000			
	B	2,000	1,000	20,000	160,000	200,000	750,000	100,000		
Alcaligenes marshalli	E									
	B		3,000							
Proteus rettgelti	E						200,000			
	B									1,500,000
Proteus mirabilis	E									3,000,000
	B				120,000			700,000		
Paracolobacter aerogenes	E		1,200			2,000,000		1,500,000	1,300,000	
	B					700,000	1,000,000	60,000		
Paracolobacter intermedium	E			17,000	380,000					
	B			6,000						
Paracolobacter colitorme	E	21,000				1,030,000				
	B	9,000								
Escherichia freundi	E		100	1,000				100,000	2,500,000	32,000,000
	B							200,000	200,000	
Escherichia intermedium	E		100	2,500		10,000		100,000		
	B					200,000				
Seratia plymuthicum	E			3,000						
	B									
Seratia Kirensis	E									
	B									10,000,000
Seratia marcessence	E								100,000	
	B	1,000		18,000						
Achromobacter aquamarius	E						800,000			
	B									
Achromobacter delicatulum	E									
	B			10,000						
Yeast	E	4,000	100							
	B	5,000								
+C	E									
	B		2,000							
+B	E									
	B		20,000						100,000	1,000,000
Bacterium Sauromali	E			9,000	10,000	100,000		140,000		
	B									
Unknown	E			10,000			900,000	300,000	2,600,000	49,000,000
	B						480,000		600,000	

E=Endo culture B=Blood culture

Table 3. Serial and numerical variation of microorganisms in fresh tune fillet, wrapped in no Sn-leaf and sealed in polyethylene bag during the time elapsed at room temperature (control). Incubated 24hrs. at 37°C.

Microorganism	culture	Time elapsed (hr.) 0	4	12	20	24	28	32	40
Alcaligenes fecalis	E					8,000,000	7,200,000	230,00,000	
	B								
Alcaligenes bookeri	E								10,000,000
	B	8,000							
Aerogenes aerogenes	E		200						
	B			200,000					
Proteus rettgelli	E	3,000							
	B								
Paracorobacter —— ?	E					28,000,000		42,000,000	
	B								
Paracorobaacter aerogenes	E						16,000,000	20,000,000	28,000,000
	B	2,600							
Paracorobacter intermedium	E		6,800		11,500,000	10,000	28,000,000	7,000,000	
	B		12,000						
Paracorobacter coliforme	E						22,000,000		
	B		8,000						
Escherichia freundi	E	100	500			300,000			
	B								
Escherichia intermedium	E	300		300,000		100,000			
	B			2,900,000					
Serratia plymuthicum	E				11,000,000		1,300,000		
	B								
Serratia kilensis	E		6,600		300,000				
	B								
Serratia marcessence	E	3,000	1,500			24,000,000		39,900,000	144,000,000
	B								
Serratia indica	E					1,600,000			
	B								
+C *Diplococcus*	E								
	B	300	800						
+C *Staphyrococcus*	E								
	B	1,100	2,000						
Unknown	E	10,000	100	3,400,000			1,200,000		2,000,000
	B								

E=Endo culture B=Blood culture

Table 4. Effect of γ-radiation on the survival of microoorganisms of fresh tuna fillet wrapped in no Sn-leaf and sealed in polyethylene bag at room temperature.

Incubation, 24 hrs. at 37°C.

Microorganism \ Radiation time (hr.) / Culture		4	8	12~40
Paracolobacter intermedium	E	300	0	0
	B		0	0
Serratia indica	E		0	0
	B	100	0	0
Serratia plymuthicum	E	500	0	0
	B		0	0
Yeast	E		0	0
	B	200	0	0
+C *Diplococcus*	E		0	0
	B	400	0	0

E=Endo culture B=Blood culture

Table 5. Effect of γ-radiation on the survival of microorganisms in fresh tuna fillet wrapped in Sn-leaf and sealed in polyethylene bag at room temperature.

Incubated 24 hrs. at 37°C.

Microorganism \ Radiation time / Culture		0	1	2	3
Al. metalcaligenes	E	700	200		
	B	34,000	1,600		
Prot. merga	E	1,000			
	B				
Parac. aerogenes	E		100		
	B				
Parac. intermedium	E				
	B	100			
Esch. coli	E				
	B		500		
Esch. freundi	E	100			
	B				
Esch. intermedium	E	100			
	B				
+C *Diplococcus*	E				
	B	1,400		100	
+C *Staphylococcus*	E				
	B	3,000	300		
Tetragena	E				
	B		400	300	200
Unknown	E	200			
	B				

E=Endo culture B=Blood culture

Table 6. Comparison of tuna fillet wrapped in Sn-leaf with not treated one on the effect of γ-radiation.

Incubated 24 hrs. at 37°C.

Sample and irradiated time (hr.) \ Dilution rate / Culture		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	
Control (0 hr. elapsed)	P		+	+	−			
	B	++	++	++	−	−	−	370

Control (5 hrs. elapsed)	P		+	+	—	—		
	B	+++	+++	+++	±	—	—	400
Irradiated sample wrapped in Sn-leaf 1 hr.	P	+	+	—				
	B	++	+	—	—	—	—	20
2 hrs.	P	+	±	—				
	B	++	±	—	—	—	—	20
3 hrs.	P	+	+	—				
	B	++	+	—	—	—	—	10
4 hrs.	P	+	—					
	B	+	—	—	—	—	—	10
Irradiated sample wrapped in no Sn-leaf 1 hr.	P	+	+	+	—			
	B	+++	++	+	—	—	—	210
2 hrs.	P	+	±	—				
	B	++	+	—	—	—	—	10
3 hrs.	P	+	—					
	B	++	—	—	—	—	—	20
4 hrs.	P	+	—					
	B	+	—	—	—	—	—	10
5 hrs.	P	+	—					
	B	+	—	—	—	—	—	0

P=Plate culture　　B=Bouillon culture

Ⅳ. 考　　察

全般的に照射時間の経過に伴い，細菌数の減少を示す事は第3報の如くであり，一方対照は，時間の経過に伴い，細菌数の増加を示し，その間に細菌の種類に移動のある事を示した。

錫箔の有無による差異は、さして顕著ではないが1時間の差を示して居る（二次線を除き 55,000 roentgen /hr. 先の薄錫に於る結果と矛盾する如くであるが、今回は鉛容器中，奥深く挿入した為，その壁面からの大量の強力な二次線が加えられた為と思われる。

尚、興味ある事実としては，細菌にγ線を照射した場合，初期の照射中に大部分の細菌が死滅し（箔有1時間，箔無2時間）以後残存細菌が相当時間（約3～4時間）生存する事である。然し、この生存細菌群がγ線に対して，抵抗力の強い為に生存するのか，或は又，或条件に支配されて一部分が生存するのかは詳かでない。今後、各々の菌種についての抵抗性を研究中であるので，全ての菌種を調査修了したならば，何等かの結論が得られるであろう。

終りに臨み種々御援助を賜った慶応大学医学部長阿部勝馬先生，放射線科々長春名教授，細菌学教室主任牛場教授に厚く感謝の意を表する次第であります。またこの報文は静岡県罐詰協会及び静岡県より印刷費の援助を受けたので，こゝに記して謝意を表わします。

文　　献

1) C. G. Dunn, W. L. Capbell, H. Fram and A. Hitchins : *Journ. App. Phys.* **19**, 605 (1948).
2) B. E. Proctor and S. A. Goldblith : *Food Techn.*, **5**, 376 (1951).
3) L. E. Brownell *et al* : Univ. of Mich., Engineering Res. Inst., M 943, p. 60, June 81 (1952).
4) L. E. Brownell *et al* : Univ. of Mich., Engineering Res. Inst., Coo-196, Sept. (1954).
5) 岡田，小坂部，菊池，福島，山下，赤塚，金田，渡辺：日水会誌，**20**，249～255 (1954).
6) 岡田，小坂部，山下，佐々木，菊池，福島，渡辺，赤塚，橋本："放射線による食品の防腐—Ⅱ～Ⅲ" 日水会誌 **20**，No. 6 (1954) 速報及び日水会誌 **20** 989～996 (1955) 本誌本号

アサクサノリ (*Porphyra tenera* KJELLM.) の生化学的研究—I.
カタラーゼ作用力の変化について

山崎 浩
(東大農学部水産植物教室)

Biochemical studies on *Porphyra tenera* KJELLM.—I.
On the change of the catalase activity.

Hiroshi YAMASAKI

The change in the catalase activity of *Porphyra tenera* and coral algae were studied by the iodometric titration method.

(1) The catalase activity changes during the course of the day; i. e., the activity of the catalase solution which was prepared from 12 to 16 o'clock shows the lowest value.

(2) The activity was reduced when the fronds were exposed to sunlight. It was reduced by about 75% when they were exposed for two hours, and by 60% for four hours in *Porphyra tenera*. But, in the coral algae, it was reduced by 30% when the exposed for 30 minutes. In each case, the activity was not markedly reduced by the longer exposure.

(3) The activity was reduced when phenol and urea were added to the solution which was prepared from *Porphyra tenera*.

植物体の光合成作用においてカタラーゼが重要な役割をなしていることはすでに明らかにせられ，またその性状，機作等についても数多くの研究がなされている[1),2)]。

海藻中のカタラーゼについては ATKINS, DUGGAR & DAVIS, DAVIS 等によつて早くから広く存在することが確められていたが[3)]，近時高木[4),5),6),7)]，は多くの海藻カタラーゼの作用力を測定し，一般に褐藻は紅藻緑藻に比しその作用力の強いこと等を明らかにし，またあるものについては最適温度，最適 pH に関する研究を行つた。なお同氏は紅藻類におけるフィコエリスリングが光合成において単なる補助的な存在ではなくてむしろ主要なる役割をなすと云う ENGLEMANN の説を支持した。

著者はアサクサノリの生育中にカタラーゼなどのような変化を受けるか，とくにアサクサノリはその生育において必ず干出を必要とする（干出しないものは成長は良好であるが葉体よ弱り病的となる）が干出時に受ける日射の影響，海水中における日変化および海苔漁場に流入しカタラーゼ作用力に変化を与えると考えられるフェノール，尿素について，また藻類の中で比較的弱いとされている石灰藻について同様の実験をおこない二，三の結果を見出し得たのでその概要を報告する。本文に入るに先立ち始終お指導を賜つている東大農学部新崎盛敏博士に謹んでお礼申上げる。また，この研究の一部は東大理学部三崎臨海実験所で実施したもので色々とお便宜をいただいた同所員の方々に衷心より感謝する。なお，この研究は文部省科学試験研究費によつてなされた。

実 験 方 法

(1) カタラーゼ抽出液

試料 10—15 gr. を乳鉢内で一定量の海砂または石英砂と少量の蒸溜水を加え擂砕し，なお蒸溜水を追加して良くかゆ状に磨砕したる後にビーカーに移し，総量を 50 cc. とし，これを 23°C—25°C の温浴中で一時

1954 年 9 月 28 日受理

間抽出を行い綿布にて濾過，圧搾しさらに蒸溜水を加えて 100 cc とした。実験に際しては作用力に応じてさらに稀釈して使用した。

（2） 作用力の測定法

沃度滴定法によつた。すなわち 100 cc の活栓付三角フラスコに 0.02N 過酸化水素 5 cc と M/15 Sørensen Phosphate Buffer（pH 8.0）2 cc を夫々入れ（更にフェノール，尿素を入れる），25°C の恒温槽内に入れ溶液が 25°C になるまで放置す。しかる後上記のカタラーゼ抽出液 1 cc を加え所定の時間作用せしめたる後，速かに 10% 硫酸 10 cc を加えて作用力を止め，1 %沃度カリ 10 cc および 1 N モリブデン酸アンモンを数滴加えて沃度ハ遊離を促進し，10 分間放置後 0.02 N チオ硫酸ソーダにて滴定した。

実　験　結　果

（1） 日　変　化

アサクサノリ(大森産)および石灰藻 *Amphiroa ephedraea* について実施した。アサクサノリは葉体の附着した網を海水に浮べ随時 10 gr. ずつ摘採し，また予め 10 gr ずつを測定してガラス容器に海水 600 cc とともに入れ，シャーレにて蓋をなし一時間毎に換水したものについて実施した。石灰藻は竹籠に入れ表面下 20 cm，150 cm の海中に垂下して培養して置き，その中から 10 gr ずつを測定した。いづれの実験も晴天時に行つた。測定結果は Fig 1 に示した。いずれの場合も光合成の盛んに行われていると思われる時刻，すなわち 12時—6時 にカタラーゼ作用力は減少し，その後漸次再び恢復する。アサクサノリに関する前記二実験ともほとんど同様な傾向を示した。石灰藻ではアサクサノリほど著しい変化は見られなかつたけれども，水面下 20 cm，50 cm のものとも同様に 12時—16時 にカタラーゼ作用力は減少する傾向が見られた。以上のようにカタラーゼ作用力には日変化が認められる。

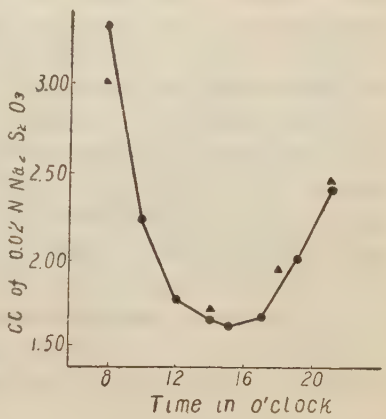


Fig. 1. Changes of the catalase activity during the day in *Porphyra tenera.* ▲ in natural water, ● in a bottle.

（2） 日射光線による影響

アサクサノリ，石灰藻 *Amphiroa ephedraea* を予め 10gr 宛シャーレー内に入れ，これに直射光線をあて随時カタラーゼ作用力を測定した。測

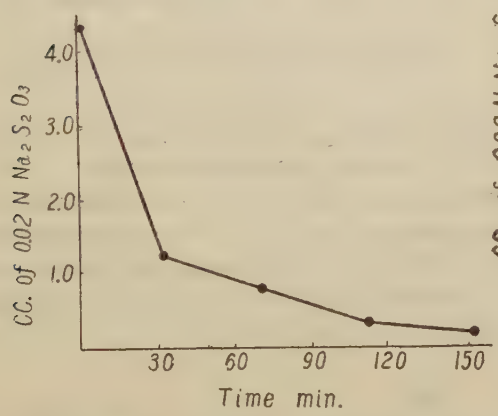


Fig. 3. Showing changes in catalase activity on exposure to sunignt (coral alga.)

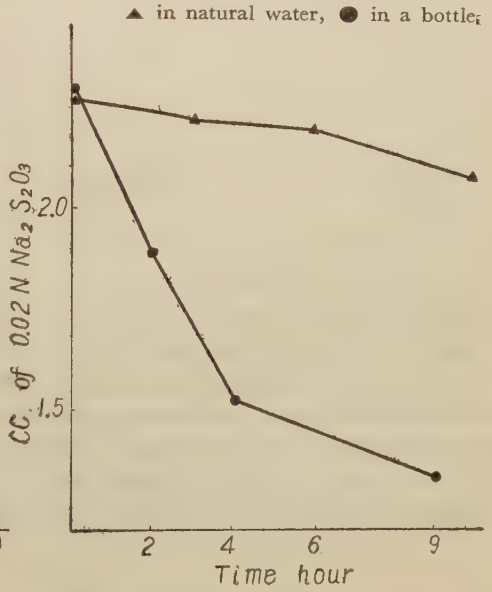


Fig. 2 Showing cnanges in catalase activity on exposure to sunlight (*Porphyra tenera.*) ● exposed to sunlight, ▲ not exposed.

定結果は Fig 2,3 に示した。アサクサノリでは日射開始後4時間までは漸次急激にカタラーゼ作用力は低下する。それ以後ではあまり変化は見られない。日射にあてないものでは 10 時間後までは殆んど変化は見られず，30 時間後でも最初の作用力の約 10 % 減少したに過ぎなかつた。石灰藻においては 20—30 分以内に急激に低下し，それ以後はほとんど変化が見られない。いずれの場合とも一定限度までは急激にカタラーゼ作用力は低下するがそれ以後にはあまり変化は見られなくなる。高木[7]はウップルイノリ(*Porphra pseudo Linearis*)のカタラーゼ抽出液を紫外線（殺菌ランプ）の照射によつてその作用力が低下することを確め，筆者も同様な方法でアサクサノリカタラーゼについて行いその作用力が低下することを確めた。このように日射によつてカタラーゼ作用力が低下するのは恐らく紫外線によるものと思われる。一般にカタラーゼ作用力はいろいろの毒物によつて阻害されるが，このほかX線によつて害されとくに紫外線照射によつて著害を蒙ることが知られている。紫外線による影響については田宮[8]は葉緑素集団には無関係で，カタラーゼ分子が破壊されるためであると述べている。高木[7]は紫外線によつてフィコエスリンが破壊される事からカタラーゼ作用力とフィコエスリンとの間に密接な関係が存在するとした。前記のように，アサクサノリカタラーゼと石灰藻のカタラーゼとが日射に対して受ける影響，殊に破壊されるまでの時間が異なつている。このことは生態的にも合致することで実際にアサクサノリは，8時間くらいの干出（日射を受けても）でも葉体は枯死することはないが，石灰藻では短時間（1時間以内）の干出によつても容易に脱色枯死する。また石灰藻は春アラメ，ホンダワラ等の他の藻類のかげになつているものでは色彩も良く元気であるが，かげのない場所のものは色もあせ次第に枯死する。この外一般に深所に生育する紅藻類は浅所に移すと褪色する傾向が強い。天然におけるこのような現象とその植物体のカタラーゼの日射に対する影響との間になん等かの関係があるのではないかと思われる。

（3） フエノール，尿素に対する影響

同様な方法でフェノール，尿素に対する影響を調べ，その結果を **Fig. 4, 5** に示した。

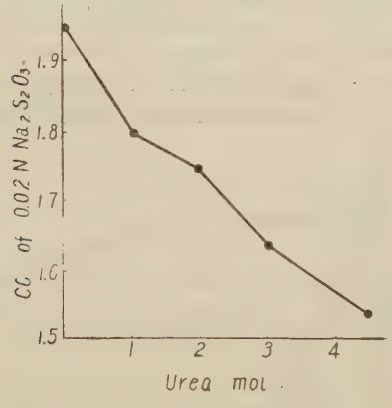


Fig. 5. Showing the activity changes of catalase solution when urea was added.

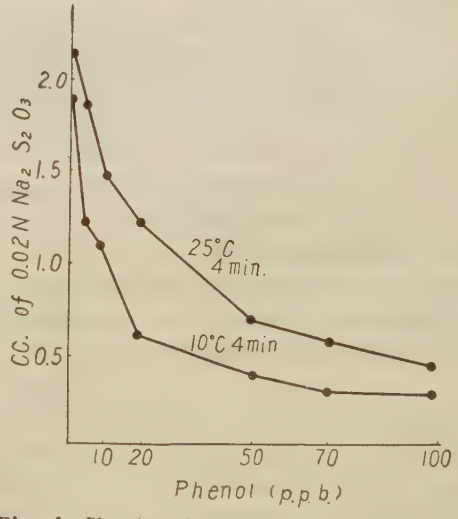


Fig. 4. Showing the activity changes of catalase solution when phenol was added.

アサクサノリカタラーゼに対して両者とも明らかに害作用が認められた。従来フェノール，尿素は共にカタラーゼの蛋白部分と結合してカタラーゼの作用力を弱めると云われている[9]。フェノールは非常に微量でも害作用が見られる。このことは海苔養殖上から工場排水の問題と関聯して重要な影響を及ぼしているのではなかろうか。この点についてはさらに検討を行いたい。尿素は最近海苔にも利用されているがその濃度が極めて低濃度（0.1—0.05 %）であるのでこれによる影響は先ずないと考えられる。

考　　察

富士川[10]は干アサクサノリを再び海水に浸すと普通の光合成作用を営むためには数時間を要することを明かにした。このことは干出によつてカタラーゼ作用力が低下するためと考えられる。実際アサクサノリの養

殖に於て必ず葉体が干出することが必要であるが（通常3—4時間の干出が良いとされている）恐らく干出中に日射を受け，それによつてカタラーゼ作用力は低下するであろう。このように干出の効果は光合成作用を促進させると云うことではなくて他の原因によるものと思われる。また一般に海苔漁場内における生産は陸より沖の場所の方が多いのを常とする。これに就いては従来沖の方が潮通しが良いためであろうと云われている。松江[11]はこれについて有機物分解作用の結果，極めて微量であるが生物に対する或る種の有毒物質によつて海苔の生育が阻害されるためではないかと述べている。著者はフェノール，尿素によつてアサクサノリカタラーゼの作用力が阻害されることを知り得たが，この他にカタラーゼは KCN，NH_2OH，H_2S 等によつても害されるので潮通しの問題とともにこれら有毒物質を含む都市，工場排水による生育の阻害も大きいのではないかと考える。

要　　約

（1） アサクサノリおよび石灰藻カタラーゼの作用力の日変化，日射，フェノール，尿素による影響を調べた。

（2） アサクサノリ，石灰藻カタラーゼともに日変化が見られ，光合成の盛んに行われていると思われる時刻即ち 12時—16時 に抽出されるカタラーゼ作用力は最低を示す。

（3） 日射によつてカタラーゼ作用力は低下するがアサクサノリでは日射開始後2時間では 75% に，4時間では 60% に低下し，それ以後はあまり低下しない。石灰藻では 30 分以内で 30% 位にまで低下する。

（4） アサクサノリカタラーゼはフェノール，尿素によつてその作用力は低下する。しかもフェノールは微量（10 p.p.6）でも阻害作用が見られる。

参　考　文　献

1） 朝井勇宜，坂口謹一郎：酵素（1952）.
2） 赤堀四郎，田宮　博：酵素化学の進歩（1949）I,
3） Mannual of Phycology：277～278（1949）.
4） 高木光造：日水会誌 18，483～489（1953）.
5） 〃　〃　19，798～802（1953）.
6） 〃　〃　19，803～808（1953）.
7） 〃　〃　19，889～892（1953）.
8） 田宮　博：光合成の機作（1943）.
9） 永久正志，高宮　篤：酵素化学ポンジュウム 5，46～51（1950）.
10） 富士川　謬：朝鮮水試報告（1932）.
11） 松江吉行：水産学会報 7，35～62（1936）.

防腐剤の混用による細菌の生育抑制効果について

興津知明*・山田金次郎
(東海区水産研究所)

Effect of Mixed Preservatives on the Retardation of Bacterial Growth

Tomoaki OKITSU and Kinjiro YAMADA

It is a well accepted fact that the effect of a certain preservative can be attributed to its specific action against spoilage bacteria. And many efforts have been paid for finding out non-toxic compounds capable of inhibiting the growth of microorganisms responsible for food decomposition. However, it may be also important to fortify the action of known preservatives by improving the method of application. The purpose of the present study is to ascertain whether or not the mixing of two prerervatives can develop more effective inhibition than a single application of each preservative used for mixing.

In the present test, formula of inhibition coefficient is defined as follows:

$$H = 1 - \frac{T_c}{T}$$

where H=coefficient of growth inhibition.
T_c=time required for bacteria to reach a definite growth showing 0.1 of the turbidity of a cultural medium (viable counts, 4×10^7/c.c., see Fig. 1).
T=time required for bacteria to reach the same turbidity of the medium, in which the test preservative is added.

Examining the inhibiting effect of some preservatives (Table 1) on the growth of bacteria, it has been ascertained that there are two types of growth-inhibition. An obvious example of type I is sodium nitrite, though most of other preservatives tested were found to belong to this type as well. The only exceptions are two sulphonamides, which indicate type II of the growth-inhibition (Fig. 2). To clarify the quantitative ralationship existing between the growth-inhibition and concentration of preservatives, the concentration-inhibition curves have been sought from the growth curves of bacteria in the presence of preservatives (Fig. 3).

The result reavled that there is a tendency to increase in effect of inhibition against bacterial growth by a proper combination of two preservatives (Fig. 5).

緒　　言

近時防腐剤の腐敗細菌に対する作用機構が明かにされるに及び，各防腐剤が特異的に腐敗細菌に仂くことが判つて来た**。従来食品に対する防腐剤の使用は，なかには防腐剤を混用使用する場合もあるが，大部分は単一防腐剤の使用に限られていた。ごく少数の防腐剤混用の例として，イクラの防腐に対するウロトロピン(Hexamethylenetetramine) と硼酸の使用がある。この使用は多分に経験的なものであるが，ウロトロピンの抗菌作用は解離に基くホルムアルデヒドに帰せられる。又ウロトロピンの解離が pH により変化し，pH 値が低い程解離が大きいこと以外に，このものと硼酸との菌に対する作用機構の相異による抗菌効果の加乗作用も考えられる。この例から判るように，作用機点を異にし防腐剤の組合せにより，単一の場合より，より以上の防腐効果を挙げ得る防腐剤混用の可能性が考えられよう。また防腐剤の混用に於て期待される効果は，たゞに作用機構の相異に基く抗菌効果の加乗作用ばかりではなく，1) 作用機点を異にした防腐剤を混用

1955 年 9 月 19 日受理（印刷費負担）東海区水産研究所業績 B 第 197 号 * 現埼玉県衛生研究所勤務

** MRACK, E.M. & STEWART, G.F.: *Advances in Food Research*, 1, Academic Press, New York (1948), 373～391 参照

すれば菌の防腐剤に対する耐性獲得を阻止することが出来ようし，2)また菌に対して選択性を異にする防腐剤を混用すれば，ニトロフラゾーンなどに見られる如き，抵抗性のある菌種の繁殖も抑制されよう。3)更に人体に対し薬害作用を異にする防腐剤を混用すれば，各防腐剤は低濃度で単用の場合と同じ防腐効果を示したがつて薬害作用もまた低減することが期待出来る。

この様に防腐剤の混用は防腐効果の面ばかりでなく他の面に於ても種々検討を要する問題を含むものであるが，食品保蔵の見地よりして重要なことは，腐敗剤混用によりどの程度単用の場合と比べ防腐効果が上るかの点にある。この様な考えから，防腐剤の混用による腐敗細菌の生育抑制効果を知る目的をもつて，まず細菌に対する防腐剤の阻害度を定義し，この阻害度から単独防腐剤の静菌効果を明かにし，次に混用した場合の効果をこれと比較し若干の結果を得たのでこゝに報告する。

実験及び実験結果

装置及び方法

供試菌は *Escherichia colt communis* を用い，培養は普通ブイヨン(肉エキス10g，ペプトン 10g，食塩5 g を水1 *l* に溶かし，pH 7.0 に修正) を使用した。

防腐剤は直接ブイヨンに溶かして所要モル濃度となし，光学的に一定な試験管に 10 cc 宛分注し，100° C 20 分蒸気殺菌を行つた之に普通ブイヨンで3乃至4日継代培養した菌を一白金耳加え，37°C(±0.5°C)の恒温水槽で振とう培養（1分間144往復，振巾 4 cm）し，菌の生育を光電比濁計*を用いて追跡した。

光電比濁計による濁度（吸光度）の測定に於て，懸濁物質による光の消滅は粒子の全表面積に比例すると考えられ，入射光量を I_0，透過光量を I，懸濁質粒子の半径を r，懸濁質の密度を ρ，懸濁質濃度を c，懸濁質層の厚さを d とすると

$$I=I_0 e^{\frac{-3kcd}{r\rho}}$$

なる式が成り立つ。k は恒数である。細菌培養液に於ける場合，懸濁質である細菌の濃度は均一であり，その大きさはほゞ一定であるから

$$I=I_0 e^{-Kcd.}$$

となる。試験管の厚さ径を一定にして測定すれば，

$$\log\frac{I_0}{I}=K'C \quad (K' \text{ は比例定数}) \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (1)$$

となつて，吸光度は総菌数と比例する。

普通の若い菌の培養では総菌数と生菌数は近似的に比例すると考えられるので，濁度と生菌数との関係を調べ第1図の如き結果を得た。

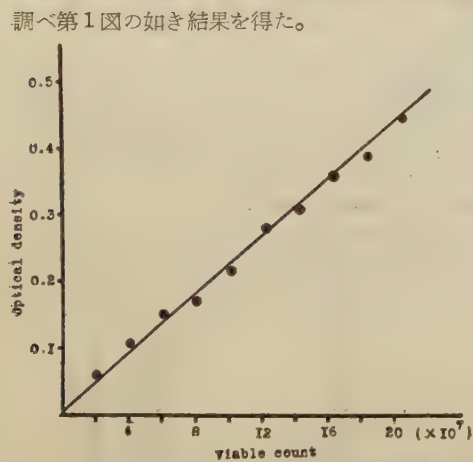


Fig 1. The relation between optical density and viable count.

この結果から，我々の実験条件下では1式が生菌数の場合に於ても成立することが判る。

防腐剤を加えた場合の菌の生育阻害度は次の如く定義した。防腐剤を加えない培地に於ける菌の生育が濁度0.1に達する時間を Tc，防腐剤を加えた培地に於ける菌の生育が同じ濁度に達する時間を T とすれば，阻害度 H は

$$H=1-\frac{T_c}{T}$$

として定義される。

我々の実験条件下では，第I図に示される如く，濁度0.1は大体 4×10^7/cc の生菌数であり，之は菌の生育に於て対数期から定常期に移るやゝ前期に当り，且つ鮮魚の初期腐敗に於ける 1g 当りの生菌数に近い。

防腐剤単用に於ける阻害度

使用した防腐剤は 5 -Nitro- 2 -furfurylacrylic amide

* 山田：日水誌，17，161 (1952) 参照

(NFA), 5-Nitro-2-furfural semicarbazone (NFS), 2-Methyl-1, 4-naphthoquinone (VK_3), *p*-Hydroxy butylbezoate (Pobb), 3-Acetyl-6-methyl-2H-pyran-2,4 (3H)-dione (DHA), そのナトリウム塩 (DHA−S), Sulphathiazole (Sz), Sulphanilamide (Sm), サルチル酸 (SA), 安息香酸(BA), 硼酸 (BoA) 及び亜硝酸ソーダ (SN) の12種である。之等防腐剤を加えた培地に於ける大腸菌の生育阻害様式を調べ, 12 種の防腐剤には2つの型があることが判つた。1つは Sulphathiazole 及び Sulphanilamide の示す阻害型であり, 他の型はその他の防腐剤が示す阻害型である。第2図は2つの型の代表的な防腐剤の例である。我々は前者をⅡ型, 後者をⅠ型と呼ぶこととする。

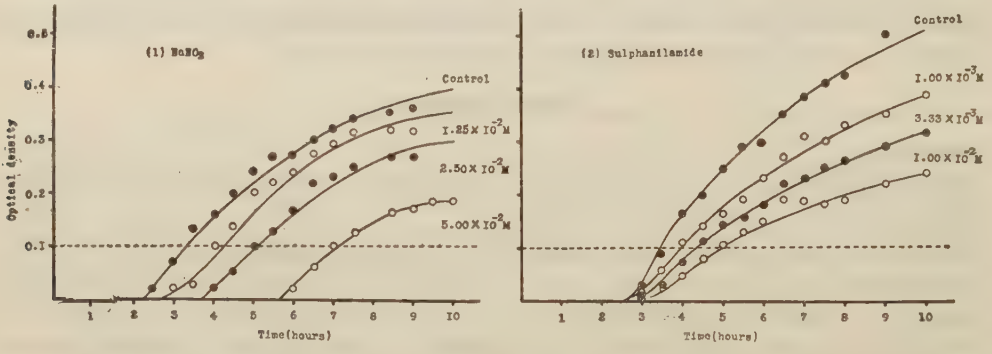


Fig. 2. Effect of sodium nitrite and sulphanilamide on the growth of *E. coli*.

次に各防腐剤の一定濃度に於ける阻害度から各防腐剤の濃度一阻害度曲線を求め, 第3図の如き結果を得た。

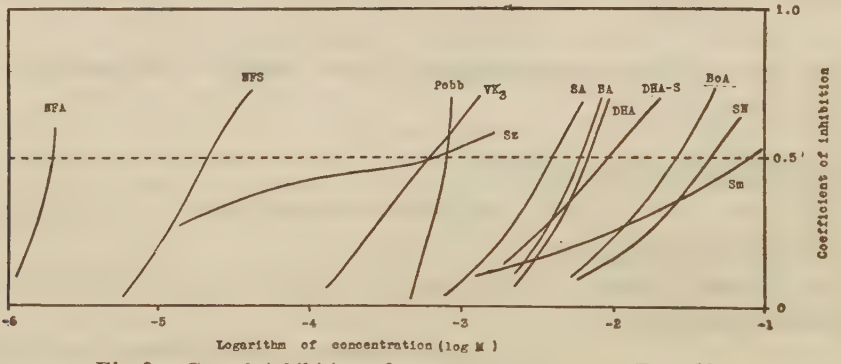


Fig 3. Growth-inhibition of some preservatives on *E. coli*

この図からニトロフラン系防腐剤が低濃度で最も強く菌の生育を抑制し, Sulphanilamide 及び亜硝酸ソーダの静菌力は被検防腐剤中最も小さいことが判る。なおこの濃度一阻害度曲線に於て注意を要することは Sulphonamide 剤に属する Sulphathiazole と Sulphanilamide の曲線が他の防腐剤と異つて大きく傾斜し

Table. 1. The concentration of various preservatives which shows 50% retardation of bacterial growth.

Preservative	Abbreviation	Concentration(M)
5-Nitro-2-furfurylacrylic amide	NFA	2.0×10^{-6}
5-Nitro-2-furfural semicarbazone	NFS	2.2×10^{-5}
2-Methyl-1, 4-naphthoquinone	VK_3	6.3×10^{-4}
Sulphathiazole	Sz	6.0×10^{-4}
p-Hydroxy butylbenzoate	Pobb	8.3×10^{-4}
Salicylic acid	SA	3.0×10^{-3}
Benzoic acid	BA	6.2×10^{-3}
3-Acetyl-6-methyl-2H-pyran-2, 3(3H)-dione	DHA	6.6×10^{-3}
Sodium salt of 3-acetyl-6-methyl-2H-pyran-2,3(3H)-dione	DHA-S	8.9×10^{-3}
Boric acid	BoA	2.5×10^{-2}
Sodium nitrite	SN	4.5×10^{-2}
Sulphanilamide	Sm	8.0×10^{-2}

ていることである。第1表は濃度—阻害度曲線から各防腐剤の 50% 阻害度に於ける濃度を求めたものであり，この値から防腐剤のおよその静菌力の強弱を比較することが出来よう。

防腐剤混用に於ける阻害度

多数考えられる組合せのうち，十数種の組合せについて防腐剤混用の場合の阻害度を調べた。

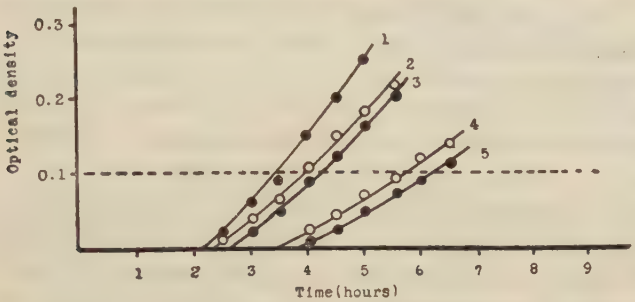


Fig. 4. Effect of Pobb and DHA on the growth of *E. coli*. 1, control ; 2, 4.8×10^{-4}M Pobb ; 3, 4.8×10^{-4} M Pobb+4.8×10^{-4} M DHA ; 4, 6.4×10^{-4} M Pobb ; 5, 6.4×10^{-4} M Pobb+6.4×10^{-4} M DHA.

防腐剤濃度は混用2種のうち，低濃度で生育阻害を示す防腐剤の濃度を基準とし，之に同一濃度に他の防腐剤を溶かす方法を用いた。結果の1例を挙げれば第4図の如くである。

第4図に於て p-Hydroxy butylbenzoate 4.8×10^{-4} M 及び 6.4×10^{-4} M なる濃度は第3図から判る如く，大腸菌の生育を抑制する濃度である。これに対し 3-Acetyl-6-methyl-2H-pyran-2,4(3H)-dione の同濃度は何等生育を抑制しない濃度である。ところでこの2つの防腐剤を混用すると，菌の生育曲線は p-Hydroxy butylbenzoate のみを加えた曲線よりずれ，多少ながら菌の生育が抑制されることが判る。

この様にして多くの防腐剤の混用についてその生育阻害曲線を調べ，防腐剤単用の場合と同様に混用した場合の阻害度を求め，それから濃度—阻害度曲線を画き，防腐剤単用の場合の濃度—阻害度曲線と混用の場合の曲線とを比較した結果は第5図のくである。第5図に於ては基準防腐剤として p-Hydroxy butylbenzoate, 2-Methyl-1,4-naphthoquinone, 5-Nitro-2-furfural semicarbazone 及び 5-Nitro-2-furfurylacrylic amide をとり，之に幾つかの防腐剤を同濃度に加えたものである。なお図に於ける濃度は基準防腐剤の濃度であり，したがって混用した2つの防腐剤の全濃度はその2倍となる。この結果から判ることは防腐剤の混用により，その阻害度は単用の場合よりも増加する傾向が認められることである。

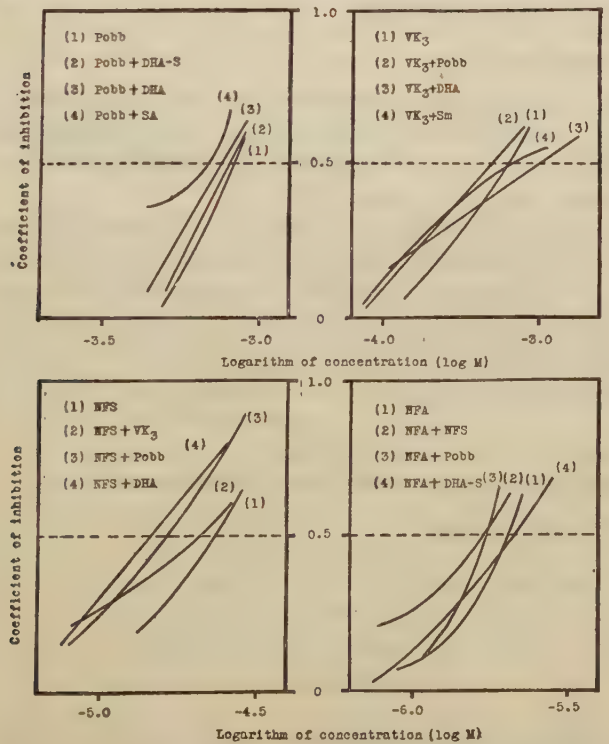


Fig. 5. The effect of some preservatives on the retarding action of a given preservative.

考　　察

田宮・柳田・鈴木は Pulfurich の比濁計を用い多くの抗菌性物質の菌生育曲線に及ぼす影響を調べ，抗菌性物質の阻害様式に誘導期を延長するⅠ型，対数期を抑制するⅡ型及び両型の混合型であるⅢ型と溶菌型であるⅣ型の4つの型が存在することを明かにし，Ⅰ型に於ては薬剤の阻害度 HA を

$$HA = 1 - \frac{J}{JG}$$

で表わし，Ⅱ型に於てはその阻害度 Ho を

$$Ho = 1 - \frac{KG}{K}$$

で表わしている（但し J 及び JG は それぞれ対照培養及び或濃度の薬剤が添加された場合の誘導期の時間であり K 及び KG はそれぞれ対照培養及び或濃度の薬剤が添加された場合の対数期の発育速度である）。

すでに述べた如く，濁度（吸光度）は総菌数乃至は生菌数に比例するものであるから，濁度から菌の生育曲線の各相を考察するためには，培養時間に対し濁度を対数目盛にとる必要がある。Moore 及び Boylen[2] は光電光度計を用い大腸菌の生育曲線に及ぼす 5-Bromo-uracil その他の薬剤の影響を調べ，之等薬剤の対数期阻害に3つの型があることを明かにし，その際菌の生育度を濁度の対数として表している。しかしこの様にして濁度の対数をとつても，濁度から生育曲線の各相を追うことは難かしい。と云うのは菌の生育が濁りとして比濁計により認められるときには接種時の菌量に比べ相当の菌量に達しているからである。我々の使用した光電光度計に於ける濁度 0.1 は菌数にして 4×10^7/cc 相当し（第1図），Moore 及び Boylen が使用した Coleman の光度計に於ては同じ濁度でほゞ倍数の菌量になつている。したがつて我々は菌の生育曲線の各相を追うことなく，防腐剤を加えた場合の生育阻害曲線を光電光度計によつて調べ，12種の防腐剤中その阻害様式には2つの型があることを明かにした（第2図）。その1つは亜硝酸ソーダによつて代表される型であり，防腐剤濃度が大になるに従つて見掛けの誘導期* が延長されるものであり（Ⅰ型），他の1つは Sulphanilamide によつて代表されるものであり，防腐剤濃度が大になると見掛けの誘導期には変化なく，生育曲線の傾斜が緩かになつて来るものである（Ⅱ型）。Ⅰ型には Sulphanilamide 及び Sulphathiazole を除いたすべての防腐剤が属し，Ⅱ型には Sulphanilamide 及び Sulphathiazole が属した。

次に防腐剤を加えない培地に於ける菌の生育が濁度 0.1 に達する時間を Tc，防腐剤を加えた培地に於ける菌の生育が同じ濁度に達する時間を T として，防腐剤の阻害度 H を

$$H = 1 - \frac{Tc}{T}$$

で表わし，種々なる濃度に於ける阻害度から，防腐剤の濃度—阻害曲線を求めた（第3図）。この結果によるとⅡ型に属する防腐剤は他の防腐剤と異り，曲線の傾斜が著るしく緩かである。このことは防腐剤の静菌作用を示す濃度範囲が極めて広いことを意味するものであるが，これがⅡ型に属する防腐剤の特徴であるか否かについては，何分Ⅱ型防腐剤が少いので更に研究を進める必要がある。

細菌に対する化学療法剤乃至は抗生物質の協同作用に関しては可成りの研究があるが，防腐剤の協同作用に関しては殆ど系統的な研究がない。したがつて我々は防腐剤を種々組合せその濃度—阻害度曲線から混用の場合の静菌効果を考察し，混用の場合，多くはその阻害度が単用の場合より多少増加する傾向があることを明かにした（第5図）。ある阻害度を示す濃度の防腐剤に何等阻害作用を示さない濃度の他の防腐剤を加えても，ある防腐剤の阻害度が程度の差は別として増大する傾向が認められる原因は詳かでない。これについては更に多くの防腐剤について，または混用の方法を異にした場合について一層の研究を行う必要があろう。

終りに臨み御教示を頂いた鉄本総吾先生並に御校閲を賜つた天野慶之先生に感謝の意を表する。

文　献

1) 田宮・柳田・鈴木：ペニシリン，**1**，257 (1947).
2) Moore, A.M. and Boylen, J.B.: *J. Bact.*, **64**, 315 (1952).

---

* 菌の生育を比濁計で追う場合，濁度—時間曲線に於て菌の生育が濁りとして認められるまでの菌生育の相を云う。

イカ煮熟肉の〝かたさ〟について

高橋豊雄・竹井 誠
(東海区水産研究所)

On the Toughness of Boiled Squid Meat

Toyo-o TAKAHASHI and Makoto TAKEI

Squid (*Ommastrephes sloani pacificus*) is one of the important sources of protein for Japanese, and the meat is often served in a boiled form. Despite the fact, however, the cooked meat is peculiarly tough for chewing. The authors tried to obtain some knowledge on the character of the boiled meat with an aim at reducing the toughness.

The breaking strength (F), breaking elongation (r), and elongative behavior (E) were taken as the index of toughness. The test pieces were cut out along the muscle fibre (or the minor axis of the body) from the body meat.

F, r, and E of the meat cooked in boiling water for 1 hour were found higher than those of the raw meat (cf. Fig. 1 and Table 2).

As obvious from Fig. 2 and Table 2, when the boiled meat heated in the solutions of various reagents at 100°C. for 1 hour, F and r of the meats decreased, while E increased. A remarkable increase in E was observed on the boiled meat treated with urea (10M) or alkali (pH 10) solution. When the boiled meat was heated at 108~109°C. (about 9 lbs.) for 1 hour in distilled water or in 3.5% NaCl solution, F and r of the meats, in particular the one immersed in water, decreased, but E remained constant in amount, as shown in Fig. 3 and Table 2. By heating the boiled meat in steam at 108~109°C. for 1 hour, F, r, and E remained almost unchanged.

イカ肉を煮ると，著しく収縮し，ゴムのように固くなるが，これはイカにとつて一つの大きな欠点である。著者等は煮熟肉のこのような性質を改善したいと考え，煮熟肉を薬品処理，或るいは加圧・加熱処理等を行い，その〝かたさ〟の変化を調べた。

イカ煮熟肉が〝かたい〟といわれるのは，噛切れ難いということであると思われるが，イカ肉の噛切れ難さは，主としてイカ肉の硬さ及びその剪断強さに関係するものと思われる。然し，イカ肉の硬さ或るいは剪断強さを測定することは，極めて困難なことである。物質の硬さということは，常識的概念としては，わかつているが，これについて確かな定義は与えられて居らず，従つて，その測定法も一定の原理に基くものがない。然し，或る物質の硬さは，その物質の他の物理的性質と密接な関係をもつものであり，物質によつてはその引張り強さ，圧縮強さ等を知れば，その硬さを或る程度まで推察出来るといわれる。又一般に引張り強さの大なもの程剪断強さは大きい。

これらのことから考えて，イカ肉の場合にも硬さ或るいは剪断強さを測定する代りに，比較的容易に行うことの出来る引張り強さの測定を行い，且つその際に於ける引張り応力と伸びとの関係を求めれば，イカ肉の硬さ或るいは剪断強さの大略を知ることが出来て．噛切れの難易を比較することが出来るであろう。

また，イカ肉の硬さ，剪断強さ或るいは引張り応力と伸びとの関係は肉質の構造に関係があるものと思われる。従つて種々の処理条件によるイカ肉の噛切れの難易を比較し，且つ肉質の構造を推察する一助として，イカ肉について引張り試験を行つた。

イカ肉について引張り応力と伸びとの関係を測定することは，破断張力，及び破断伸度を測定するよりも容易であり，更に前者はイカ肉の微細構造を測定するのに，後者よりも便利であるので，主としてこれについて調べた。

1955年2月28日受理 (印刷費負担) 東海区水産研究所業績B第198号
本報告昭和29年11月，日本水産学会水産食品分科会（清水市）にて講演発表した。

実　験　の　部

実験Ⅰ．生肉と煮熟肉との比較

著者等はイカ肉のかたさを調べる手段として，引張り応力と伸びとを測定することとしたが，イカ肉の応力及び伸びは，その組織学的構造[1]から考えて，その測定する方向によつて差異がありそうに思われる。著者等の実験[2]によると，生肉（皮を剝いだもの）に於いては体軸方向の破断張力は，体軸に直角な方向のそれと大約同様であるが，沸騰水中で1時間加熱すると，後者がやや破断張力を増加するのに反し，前者は全くそれを失う。著者等はこのような実験結果から，本研究に於いては体軸に対し直角方向の引張り応力と伸びとを測定することとした。

新鮮なスルメイカ（*Ommastrephes sloani pacificus*）の胴肉の表皮及び腹側の皮を出来るだけとりさり，この胴肉から体軸に対し直角方向に 0.6～0.9 cm 程度の巾に細長く試料を切りとつた。この試料片の測定距離が 2 cm になるように抗張力試験機に装置し，次第に引張り，この際の引張り応力と伸びとの関係及び破断張力（及び伸度）を調べた。得た結果は第1図の如くである。

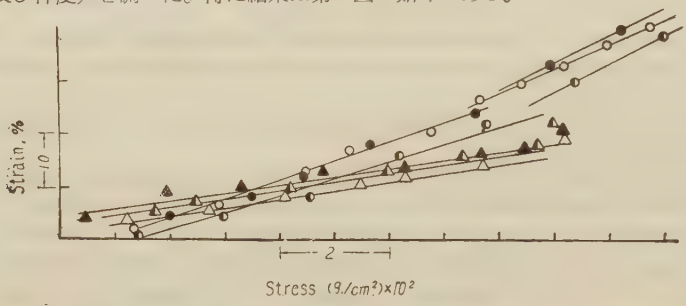


Fig. 1. Stress—strain curves of raw and boiled squid meats.
△, ◭, and ▲……Raw meat ; ○, ◐, and ●……Boiled meat.

図にみる如く，引張り応力と伸びとの間には，比較的応力の低い場合に直線関係が成り立つように思われる。煮熟肉にては，応力の大なる範囲にても，やゝ傾斜を異にした直線関係がありそうであるが，このような場合には，肉に縦に裂目が出来たりして，これらの結果は，考察の対象として用いることが不適当のように思われる。

比較的応力の低い場合のこれらの関係を生肉と煮熟肉とについて比較してみると，後者の関係直線の方が傾斜が急である。このことは，煮熟肉の方が生肉よりも伸び易いということを意味しているものと思われる。

破断張力及び破断伸度について著者等の得た測定結果は，余り正確とはいえないが，煮熟肉（破断張力，1500～2200 g/cm²；破断伸度，165～250%）の方が生肉（1100～1050 g/cm²；40～45%）より大である。

実験Ⅱ．煮熟肉を薬品処理した際の影響

前同様に体軸に対し直角に切りとつた細長い胴肉を，先づ沸騰水中にて1時間煮熟した。この煮熟肉 10～15g を種々の薬品溶液 200cc に浸漬し，数日間，0°C の冷蔵庫に放置した後，この液の中で 100°C にて1時間加熱した。

用いた試薬の種類，加熱直前の試薬液の pH 価及び試薬と共に加熱した後の煮熟肉の水分を表記すると，第1表の如くである。表中○印のものは，薬品液中にて加熱処理後，破断張力を殆んど失い，測定が不可能であつた。これら○印以外のものについての結果の大要を一括して図示すると第2図の如くである。

第1図に見られるように，本実験に於いては測定の初期に，応力が増加しても，伸びがそれにともなわない場合が多いが，これは試料の性質及び測定方法の不備等によるものと思われる。第2図に於いては応力と伸びとの関係直線の傾斜を比較し易いように，零点を移動して図示した。

第2図の如く 10M 尿素溶液及び pH 10 のアルカリ溶液にて処理すると，非常に伸び易くなり，pH 8 のアルカリ及び M/10 β－ナフタレン・スルホン酸ソーダにてはやや伸び易くなつた。酸にて処理すると，pH4.0 にては伸び易さに変化がなく，pH 5.3 にては寧ろ伸び難くなつた。

Table 1. Water content of boiled squid meats treated with various reagents.

Kinds of reagents	pH values of the solutions	Temperature of treatments, °C.	Water content of boiled meats treated, %
10 M Urea	——	100	>90
M/10 Sodium β-naphthalene sulfonate	7	〃	77.4
Phosphate buffer (pH 8)	8	〃	79.4
Borate buffer (pH 10(	10	〃	84.3
M/10 Lactic acid	3.3	〃	91.3
M/100 〃	4.0	〃	81.3
N/10 H_2SO_4	2	〃	82.5
N/100 〃	3.1	〃	81.9
N/100 HCl	2.9	〃	90.7
N/1000 〃	5.3	〃	69.3
Blank (Boiled meat untreated)			75.3
3.5% NaCl	——	108～109	75.3
Distilled water	——	〃	77.8
Steam	——	〃	70.2
Blank (Boiled meat untreated)			76.5

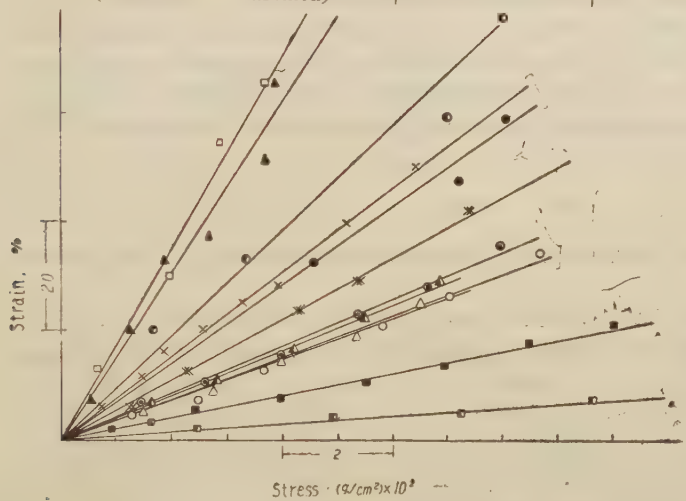


Fig. 2. Stress—strain curves of boiled squid meats treated with the solutions of various reagents at 100°C. ○,◉……Boiled meat untreated (Blank); □……Boiled meat treated with urea (10 M); ▲……with borate buffer (pH 10); ◐,●……with phosphate buffer (pH 8); ×,※……with sodium β-naphthalene sulfonate (M/10); △,▲……with lactic acid (M/100); ◧,▩……with HCl (N/100).

破断張力及び破断伸度は，この場合にも余り信頼出来る結果が得られなかつたが，一応上記の試料について得られた結果を表記すると，第2表の如くである。

pH 5.3 の酸液にて処理したものは，破断張力が増加したが，これ以外のものは，すべて減少した。

実験Ⅲ．煮熟肉を加圧・加熱する影響

前同様の煮熟肉を 108～109° C (約 6 lbs) にて1時間，種々の条件下にて加熱した。

得た結果は，第3図の如くである。なお，これらの破断張力及び破断伸度は第2表下段の如くであり，又これらの水分は第1表下段の如くである。

Table 2. Breaking strength and breaking elongation of boiled squid meats treated with various reagents.

Kinds of reagents	Temperature of treatments, °C.	Breaking strength, g./cm.² (Breaking elongation, %)
10 M Urea	100	250(120)
M/10 Sodium β-naphthalene sulfonate	〃	400(75), 500(65), 500(90), 500(95)
Phosphate buffer (pH 8)	〃	500(60), 550(115)
Borate buffer (pH 10)	〃	100(55), 250(95)
M/100 Lactic acid	〃	260(30), 375(30), 400(33)
N/1000 HCl	〃	1600(95), 4100(220)
Blank (Boiled meat untreated)	〃	750(100), 800(70), 800(125) 900(95), 1100(85)
3.5% NaCl	108～109	540(80), 770(65), 920(95), 960(130)
Distilled water	〃	270(20), 280(20)
Steam	〃	730(55), 850(55), 1400(115), 1500(105)
Blank (Boiled meat untreated)	〃	1500(200), 1700(175), 2200(230)

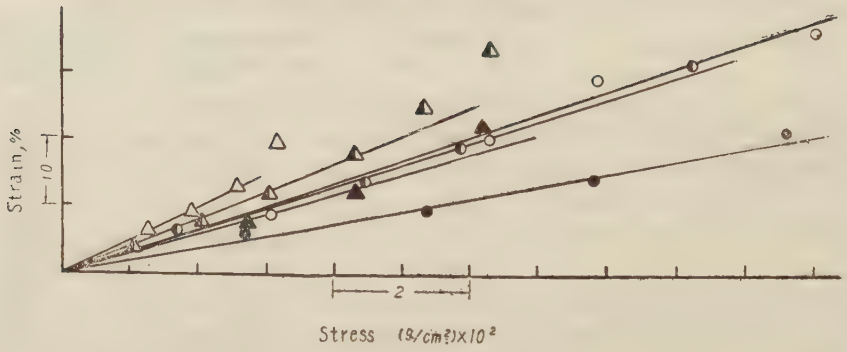


Fig. 3. Changes of the stress-strain curves of boiled squid meats when heated at 108～109°C. under different conditions. ○……Boiled meat untreated (Blank); ◭ and ▲……Heating in 3.5% NaCl solution ; △……in distilled water ; ◮ and ●……in steam.

図示の如く，蒸溜水及び 3.5%食塩水中にて処理したものは，多少伸び易くなるようでもあるが，確かなことは不明である。水中にて加圧・加熱したものは，破断張力は甚しく低下し，食塩水中にて加熱したものも破断張力は低下した。水等の液につけることなく，加圧・加熱すると，水分がやゝ減少するが，伸び易さ，及び破断張力は変化しない。0.6 % 尿素中にて加圧・加熱したものは，第1表の如く多量の水分を含み，破断張力は殆んどなくなつていた。

考　　察

得た結果について考察することは，なお早計と思うが，研究の前進への手掛りを得たいと考え，次のような考察を行つた。

先に[3]，著者等はイカ肉を水中にて加熱する際の応力の変化を調べ，次のような推察を行つた。即ち，イカ肉を構成する繊維性物質(繊維状蛋白質及び単繊維)は，比較的規則正しく一方向に配列し，各々の繊維性物質の間に二次結合（側鎖結合）が存在してその配列がさゝえられている。然るに，生肉が水中で熱せられると，繊維性物質間の側鎖結合が次第に切れ，或る温度以上になると，繊維性物質が配列を乱し，その結果，肉が収縮する。この収縮した肉は，ゴム状弾性体である。即ち，その構成物質は三次元的網目構造をなし，この物質は繊維性ではあるが，まつすぐなものではなく，もつれている。なお，この三次元的網目構造の構成に対し，側鎖結合として水素結合や塩類結合が関係している。

上記の推察が妥当であるとすれば，第1図の結果，即ち煮熟肉が生肉よりも伸び易いということは，前者がゴム状弾性体であり，後者の構成物質が比較的引き伸ばされた状態で側鎖結合によつてたばねられているということから説明出来る。又水素結合を切るといわれる尿素或るいは塩類結合を切るといわれる β-ナフタレン・スルホン酸ソーダにて，イカ煮熟肉を処理すると，伸び易くなるという第2図の結果は，これら両物質が煮熟肉の構成物質の網目構造を弱めるということに由来するのであろう。即ち網目構造の接合点をささえている二次結合及びこれら接合点と接合点との間の繊維それ自身に存在して，繊維に比較的規則正しい型ちを与えている二次結合が，前記両物質によつて切れ，その結果，接合点が減少し，繊維は規則性の少い伸び易い型ちとなり，従つて網目構造（煮熟肉）が伸びやすくなるのであろう。

尿素がβ-ナフタレン・スルホン酸ソーダよりも煮熟肉の伸びに対し影響が大であるということは，蛋白質に水素結合が塩類結合よりも遙に多く存在するということから，ありそうなことと考えられる。

煮熟肉をアルカリ性溶液にて加熱処理すると，伸び易くなり，pH10 にては 10 M 尿素溶液と同程度の効果を表わす。このことからアルカリにても多くの二次結合が切れたことが推察される。この程度の pH 価にては塩類結合が切れることも考えられるが，β-ナフタレン・スルホン酸ソーダの場合と比較すると，塩類結合の開裂のみでは，この大きなのび易さを説明し切れないように思われる。コラーゲンは pH12 程度のアルカリ性溶液で，室温にても水素結合が切れるとのことである[4]。煮熟肉を pH 10，1時間ではあるが，100°C に加熱したために水素結合が切れて，大きな伸び易さを生じたのではなかろうか。

本実験に於ける破断張力の測定結果は，前記の如く余り正確なものではないが，概して，煮熟肉の破断張

力は，生肉のそれよりも大である。この原因は，生肉が煮熟されて，構成繊維物質が収縮し，この収縮によつて繊維間の摩擦が増加したことに原因するとも考えられる。然し一方，HAUROWITZ 等[5]によると球状蛋白質が加熱されると，分子内の二次結合が切れるが，或る温度以上になると，分子間に新に結合が生じるとのことであり，又魚肉のすり身が加熱されてかたまり，又煮熟肉が生肉よりも溶解し難いこと等は，肉が加熱されると，新しい結合が出来ることを裏書するもののように思われる。これが事実であれば，煮熟肉の破断張力が生肉のそれよりも大である一半の原因は，この新しい結合によるものであろう。

煮熟肉を N/1000 塩酸中に加熱処理した場合に，水分量が低下し，破断張力が大となり，伸び難くなつたのは，この際の pH 価 5.3 が煮熟肉の等電点であつて，分子間結合が強化されたことによるものであろう。

前記のように，イカ煮熟肉を尿素やアルカリにて処理すると，伸び易くなり，破断応力が低下する場合には，この原因がイカ煮熟肉を構成する網目構造に於ける二次結合の開裂と関係ありそうに考えられるが，pH 4 の乳酸にて加熱する場合及び蒸溜水中にて加圧・加熱する場合のように，伸び易さに余り変化がなく，破断応力のみが比較的大きな低下を示す場合については，その原因を説明することは，現在なお出来ない。

著者等は本実験に於いて煮熟肉を比較の基礎にしているが，対照試験を一層厳密にするためには，この煮熟肉を更に蒸溜水中にて 1 時間（他の試料と同様に）加熱したものを基礎とする方がよい場合があるように思われる。又著者等は煮熟肉の応力やのびの変化を構成物質の接合点及びもつれの増減という点から考察しているが，前記の如く，繊維間の摩擦の変化という点からも考えることが必要のようにも思われる。

上記のように，本実験の諸結果の生じる原因等を明解に説明することは，現在なお出来ないが，本実験にて行つたような処理により，煮熟肉の性質を変えることが可能で；この種の研究の進展により，イカ肉の加工処理，例えば水煮罐詰等の肉質の改善を計ることが出来そうに思われる。このことは，イカ肉以外の多くの肉についても同様であろう。

終りに臨み，本研究に対し御助言を賜つた東海区水産研究所，源生一太郎所長及び右田正男先生に深謝の意を呈す。

文　献

1) 田中武夫：昭和 29 年 5 月，日本水産学会例会にて講演.
2) 高橋豊雄，竹井　誠：昭和 29 年 11 月，日本水産学会水産食品分科会にて講演.
3) 高橋豊雄，竹井　誠：昭和 27 年 10 月，日本水産学会大会にて講演.
4) K. H. GUSTAVSON : "Advances in Protin Chemistry" **4**, 363 (1949).
5) F. HAUROWITZ : "Chemistry and Biology of Proteins" 132 (1950).

"洗い"の現象に関する研究—Ⅲ. 死後に於ける筋肉のATP量と遊離SH基の消長

野口栄三郎・山本常治
(日本海区水産研究所)

Studies on the "Arai" Phenomenon (the Muscle Contraction Caused by Perfusing Water)—Ⅲ. Change in the Amount of A.T.P., Free SH Group in Muscle of Fish Shortly after the Death.

Eizaburo NOGUCHI and Jyoji YAMAMOTO

Decrease in the amount of A.T.P., glycogen and free SH group as well as pH value for muscles of mackerel "*Scomber japonicus*" and of red-snapper"*Pagrosomus major*"were examined with reference to the muscle contraction caused by perfusing water. The results were shown in Table 1 and 2.

No remarkable differences in the mode of change for the abovesaid compounds except glycogen were noticed between these two kinds of fish, however, the rate of breakdown of glycogen was found higher in the muscle of mackerel than that of red-snap. These compounds in fish muscle decreased very rapidly at 20°C. and reached their minimum values after 9 hours standing of the death where the fishes seemed to enter full-rigor state.

After dissolution of rigor-mortis, reincrease of the free SH group was observed in each fish muscle respectively and the liberation of this group may be considered as a result of denaturation occurred in th muscle protein after relaxation of rigor.

前報[1]に於て"洗い"の現象に於ける筋肉の縮みは魚種及び魚体部位によつて差異があり，その差異は魚類の運動と関連し，筋肉内の ATP 量と pH 値に密接な関係が認められ，"洗い" 及び死後硬直時に ATP が減少するのは，筋肉が収縮する際のエネルギー源として使用されるのではないかと報告した。しかしこのように筋肉が収縮する際には ATP の消費と共に，BAILEY[2] 等によつて述べられておる遊離の SH 基の果す役割も大きく，天野[3] も既に南氷洋産冷凍鯨肉の解凍硬直の際に遊離の SH 基が急速に減少することを報告している。そこで魚類の死後硬直時に於ても，ATP 量と SH 基の消長は極めて重要な意義があると考えられるので，タイ及びサバについて，これらの死後変化の状況を観察したのでその結果を報告する。なお御多用中本稿の御校閲を願い種々御教示を賜つた東海区水研右田博士，天野博士並びに本稿の発表に御便宜を御下さつた静岡県缶詰協会及び静岡県各位に厚く御礼を申上げる。

実　　験

実験に供したタイ及びサバは定置網で漁獲したものを1夜水族館内の水槽に蓄養したもので，断頭死後その背側筋を用いて試料とした。ATP 量は前報と同じく 4.7 p—p で示し，"洗い" の現象に依る筋肉の縮みは，縮みの測定装置を用いて 20°C の蒸溜水で 10 分間灌流後の縮みの量を%で示した。遊離 SH 基の測定は森[4] 等の行つた方法に準拠し Ferricyanide 法を用い，光電管比色計を使用してフェロシアン加里の標準液と比較し，そのミリモル数で示した。pH 値はベックマンの硝子電極を使用し，グリコーゲンは FOLIN-WU の方法に依つた。

結　　果

1955 年 2 月 28 日受理 (印刷費負担)

断頭死を行つたタイ及びサバは直ちに3枚に卸し，大型シャーレーに入れて室温（20°C）に放置し随時取出して実験に供した。

Table 1. Changes in pH, ⊿7p—p, glycogen, free SH group and contraction of the muscle of mackerel "*Scomber japonicus*" during storage at 20°C., which fish was decapitated immediately.

Time elapsed hour	0	3	6	9	20	28
pH	6.60	5.90	5.50	5.50	5.70	6.00
⊿7P—P mg.%	41.7	28.8	11.4	0	0	0
Glycogen mg.%	2,550	1,525	740	84	—	—
Free SH * m.mol	0.554	0.506	0.216	0.126	0.124	0.224
Muscle contraction by Perfusing water %	15.8	11.2	3.5	0	0	0

* SH group denoted by m.mol of standard ferocyanide.

Table 2. Changes in pH, △7P—P, glycogen, free SH group and contraction of the muscle of red-snapper "*Pagrosomus major*" during storage at 20°C., which fish was decapitated immediately.

Time elapsed hour	0	3	6	9	20	28
pH	6.30	5.80	5.70	5.70	6.30	—
△7P—P mg.%	41.3	25.0	8.4	0	0	0
Glycogen mg.%	1,033	1,077	167	167	—	—
Free SH * m.mol	0.466	0.394	0.224	0.116	0.140	0.246
Muscle contraction by Perfusing water %	16.4	11.2	3.6	0	0	0

結果は第1表及び第2表に示すようであつた。即ち pH 値は死直後に於てはサバが高く 6.6，タイは 6.3 を示し，⊿7P—P は共に 41 mg% で，縮みは 15～16 %を示し，遊離 SH 基は 0.46 及び 0.55 ミリモルで大体同様の結果を示した。以後時間の経過と共に pH，縮み，⊿7P—P，SH 等は共に急激に減少して，縮み及び ⊿7P—P は9時間後には共に零となつた。この時の pH 値はタイ 5.7 サバ 5.5を示し，共に最低値を示した。遊離の SH 基は 0.1 ミリモル附近まで低下するが 20 時間後には再び増加の傾向を示している。グリコーゲン量は初めタイ 1,000 mg%，サバ 2,500 mg% 台であつたものが9時間後には共に 100mg %台に低下した。即ち以上のように "洗い" に依る筋肉の縮み，⊿7P—P，遊離 SH 基等はタイ，サバ共に同様な減少の傾向を示し，唯 pH 値及びグリコーゲン量の低下は，タイに比較してサバの方が早く且つ急激に変化し，死後に於ける解糖作用の早いことを示した。

肉眼観察の結果からも，またこのような筋肉の縮みや △7P—P，SH 基等の変化からも，死後硬直の完了期は，この場合は共に9時間附近であり，続いて pH 値及び SH 基数の上昇する 20 時間頃から解硬が初まり，30 時間附近では初期腐敗の段階にあることが観察された。

考　　察

死後及び "洗い" の現象の際 ⊿7P—P が減少することは，既に報告したように死後硬直及び "洗い" の現象に於ける筋肉収縮の際消費されると考えられるが，このような場合に於てもグリコーゲンの減少が見られ，解糖作用が行われるので死直後に於ては未だＡＴＰ等の再合成が伴うこともあり得る。しかし勿論この場合は死後であるので血流等は停止され，生活時とは異つて分解の方が早く進行し，再合成は之に伴わないのでＡＴＰ等は1方的に減少し，筋肉の収縮が進行するが，死直後に於ては筋肉の収縮が行われると共に他方僅かではあるが再び筋肉の伸長が行われることも考えられる。事実死直後の3時間に於ける筋肉の縮みの量と SH 基の減少はその後の3時間に比較すると穏やかであるがこのことは死後に於ける硬直が一様に進行せず或る時間後に急激に進行することを意味している。Bate—Smith[6] 等に依ればＡＴＰ等の再合成を行う酵素である ATP—ase，myokinase，移動酵素等の至適 pH 値は 7.0 附近で 6.0 以下となればその作用が阻害され，1方 ATP 等から無機燐酸を作る mineralising enzyme は 6.0 附近でその作用が盛んであると云われているが，この場合に於ても pH 値が 6.0 以下となると縮みや SH 基が急激に減少するように思われる。タイ，サバ等は死後既に pH 値は 6.5 以下であり，従つて急速に ATP 等は減少し，死後硬直も速に

進行するように思われる。

遊離 SH 基の消長に関しては既に森[4]等は 10 数種の魚種について研究し，死後多くの魚類の遊離 SH 基は 0.1 ミリモル程度を示し，徐々に増加して 0.27 ミリモル程度に相当するようになると初期腐敗の段階に達すると報告している。しかし天野[5]等は死直後の筋肉中の遊離 SH 基の量は相当に多く，且つ死後急激に減少すると報告し，我々の研究結果もまた天野と同様死直後に於ては可成り高いが死後急激に減少して，死後硬直完了時には 0.1 ミリモル台となり，解硬と共に再び増加して，0.25 ミリモル附近となると，森等が観察したように初期腐敗に達するように思われた。森等の実験結果で，初期に SH 基が 0.1～0.2 ミリモル附近であるとの観察は死殺方法，死後時間，死後の取扱い方法等の記載がないので不明であるが，恐らくは死後硬直期にあるものを測定したのではないかと考えられる。

即ち遊離の SH 基は死後硬直の進行と共に減少し，解硬と共に再び増加するが，この原因は恐らく，死後硬直に際してはミオシンがアクトミオシンとなり，その際遊離の SH 基が封鎖されて SH 基数が減少し，解硬及び腐敗の際に SH 基数が増加するのは，解硬時に於ける乳酸蓄積等に基く膨潤過程等の為に蛋白質の構造的変化や変性が行われると共に，微生物や自己消化酵素等の作用に依つて，蛋白質が分解され，再び SH 基が出現する為ではないかと考えられる。

魚肉蛋白の抽出窒素量は死後時間の経過と共に変化し，その過程中或る時間後にはその量が減少し，魚肉蛋白が不溶性となる現象が見られるが，天野[7]はこの原因を pH 値の変化及び魚肉中の塩類溶出量が異る為の影響ではないかと考え，大竹[8]等は沈澱蛋白量，粘度変化等から蛋白の構造的変化ではないかと考えた。更にこの現象は Deuticke, Weber, Mirsky 等の多くの研究者に依つても報告[9]され，死後硬直時のミオシンの集合若しくは凝固に依ると考えられている。大竹は数種の魚類につき研究し，20°C に放置の際は死後 10～20 時間の間に溶出窒素量が最低となり，20 時間頃から再び増加し，また粘度と沈澱窒素量との関係も死後 10 時間を境として異るので分子形の大きさが異るのではないかと述べている。勿論大竹の研究は酸可溶性の抽出蛋白に依る変化であるので抽出時の変性等も考えられるが，その変化の傾向は我々の行つた SH 基の増減と良く一致している。また北林[10]の行つた死後に於けるヒラメのアクトミオシン量の変化も死後 10 時間附近で最高に達し，後再び減少している。このような観点から抽出窒素量の変化を見ると，死後時間の経過と共に魚肉中のミオシンは遊離の SH 基を封鎖され，構造的の変化を来しアクトミオシンとなると共に抽出蛋白量が減少して来るが，解硬時にはアクトミオシンは再び構造的変化を来し SH 基が出現すると共に溶解度が増加し，抽出窒素量が増加して来るのではないかと考えられ，今後の研究に俟たなければならないが，恐らくこのような現象も，硬直期に於けるミオシン系蛋白の構造的変化と密接な関係があることは確であろうと思われる。何れにしても死後硬直時に於ける ATP 態燐酸と共に SH 基の果す役割が大きいことは明らかである。

摘　　要

（1） サバ及びタイの死後に於ける筋肉の pH 値，ATP 量，グリコーゲン量，遊離の SH 基量，“洗い”の現象に依る筋肉の縮み等の変化を調査した。

（2） 死後に於ける筋肉のこれらの変化はグリコーゲンを除いては二つの魚種で著しい差異は示さなかつたが，解糖作用はサバの方が早く進行した。これらの数値は死後急激に減少して，気温 20°C 放置の場合には死後 9 時間で最低値を示し，死後硬直が完了する。解硬と見られる死後 20 時間頃から遊離の SH 基は再び増加する。

（3） 死後に於ける遊離 SH 基の消長は死後硬直と密接な関係があり，ミオシン系蛋白質の構造的変化に依るものではないかと考えられる。

文　　献

1） 野口栄三郎，山本常治：日本水産学会年会（4. 1954）及び同上資源分科会（8. 1954）にて発表.
2） K. Bailey and S.V. Perry : *Biochem et Biophys Acta* 1. 506. 1947
3） 天野慶之外：冷凍鯨肉の解凍硬直に関する研究　プリント（1952）.
4） 森　高次郎，奏　満夫：日水会誌 15，407～411，(1949).
5） 天野慶之外：日本水産学会年会（4. 1954）にて発表.
6） E.C. Bate-Smith and J.R. Bendall : *J. Physiol.*, **106**, 177～185 (1947).
7） 天野慶之：東海区水産研究所研究報告 **1**，20～26 (1950).
8） 大竹茂夫，山本常治：日本海区水産研究所業績集，**1**，169～173，183～188 (1944).
9） K. Bailey : “Advances in protein chemistry” **1**，294～295 (1944).
10） 北林邦次：北水試月報，**11**（5），40 (1954).

"洗い"の現象に関する研究—Ⅳ.
赤色及び白色魚肉魚類の死後硬直について

野口栄三郎 ・ 山本常治
(日本海区水産研究所)

Studies on the "Arai" Phenomenon (the Muscle Contration Caused by Perfusing Water)—Ⅳ.
On the Rigor-Mortis of White Meat Fish and of Red Meat Fish.

Eizaburo NOGUCHI and Jyoji YAMAMOTO

It is commonly believed that fish muscle rich in muscle pigment as like mackerel and sardine decays more rapidly than those of white meat fish such as carp or red-snapper. But, only few informations are available for their difference. In this conneciton, the present study is scheduled to find out, if possible, a difference of rigor mortis between the muscles of red and white meat fish. Mackerel was used as a model of red meat fish and carp and red-snapper as white one. Sample fish were treated in two ways ; one was to cut off head immediately after catch and another was to put into death after heavy struggling. And the amount of Δ7P-P, glycogen, SH group and muscle contraction caused by perfusing water for each sample were determined and results were shown in Figs. 1—5.

Difference in the changes of these compounds due to the variety of fish was not significantly observed, but the struggling of the fish till the time of death appeared to give remarkable effect on biochemical changes in the muscle.

Therefore, the greater part of the freshness of commercial fish will depend on fishing method whether it involves the struggling or not at the time of catch.

If the amount of A.T.P., glycogen and pH value could be maintained in high level when fish were killed on board, the rigor-mortis might proceed similarly in red and white meat fish.

一般にサバの生き腐れと云われるように，イワシ，サバ，カツオのような赤色魚肉を有する魚類は，タイまたはスズキのような白色魚肉を有する魚類に比較して，極めて鮮度が低下し易く，早く腐敗すると云われている。しかしこのような差異に関する研究は極めて少くて，僅か大谷[1]に依つてカツオ，サバのような洄游性の赤色魚肉魚類は，タイ，スズキのような白色魚類に比較して自己消化酵素作用が早く，これは各魚類の生前の活動性に依るものであろうと述べられている程度である。しかし死後硬直の期間，即ち生きの良さを保つ期間に於ても，果してこのような差異があるものであるか否かの研究は殆んど行われておらないので，死後硬直現象に於ても，魚種に依るこのような差異があるか否かを，サバ及びタイ，コイについて研究し，実験例は少いが興味のある結果を観察したので取敢えず報告する。尚御多用中本稿の御校閲を願い種々御教示を賜った東海区水研右田博士，天野博士並びに本稿の発表に御後援下さった静岡県缶詰協会及び静岡県各位に厚く御礼を申上げる。

実　　験

試料としてはコイ及び定置網で漁獲後1夜水族館の水槽内で蓄養したタイ及びサバを使用した。死殺方法は共に断頭死であるが，苦悶死区のものは，サバは 10 分間，コイは 30 分間空気中に放置し，苦悶させた後断頭死を行つて試料に供した。魚体は直ちに3枚に卸し，大型シャーレーに入れて室温（タイ及びサバは

1955年2月28日 受理（印刷費負担）

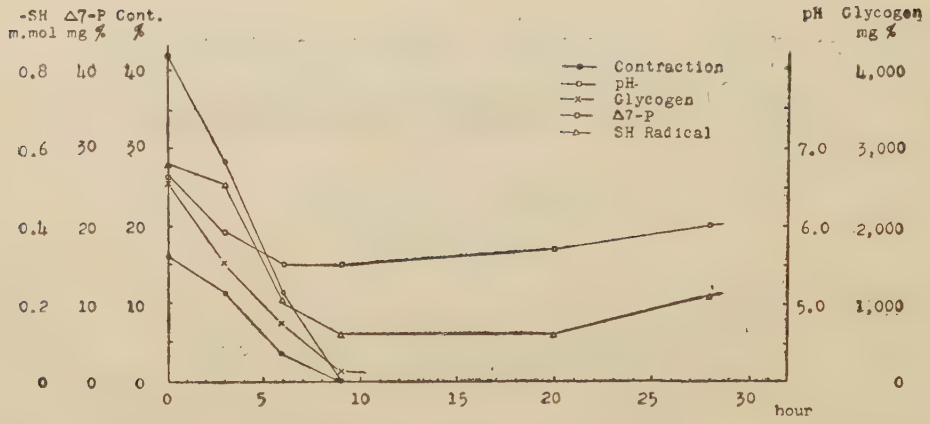


Fig. 1. Changes in contraction, pH, glycogen, *Δ*7P-P and free SH group of the muscle of mackerel during storage at 20° C., which fish was decapitated immediately after catch.

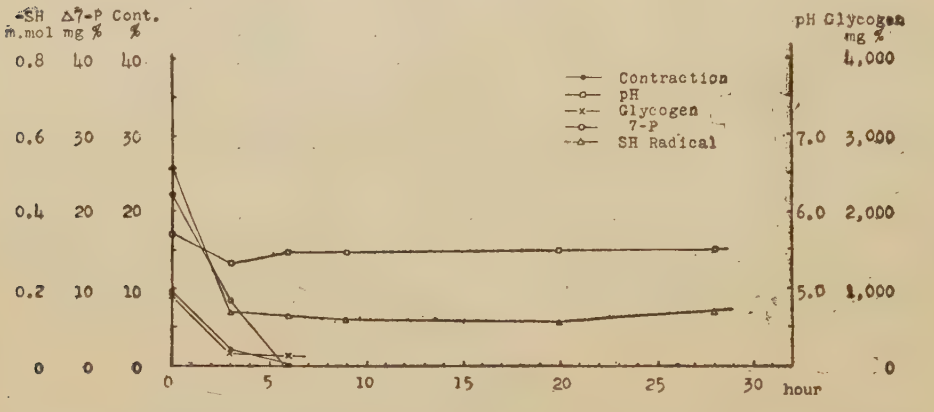


Fig. 2. Changes in contraction, pH, glycogen, *Δ*7P-P and free SH group of the muscle of mackerel during storage at 20° C., which fish was decapitated after struggling.

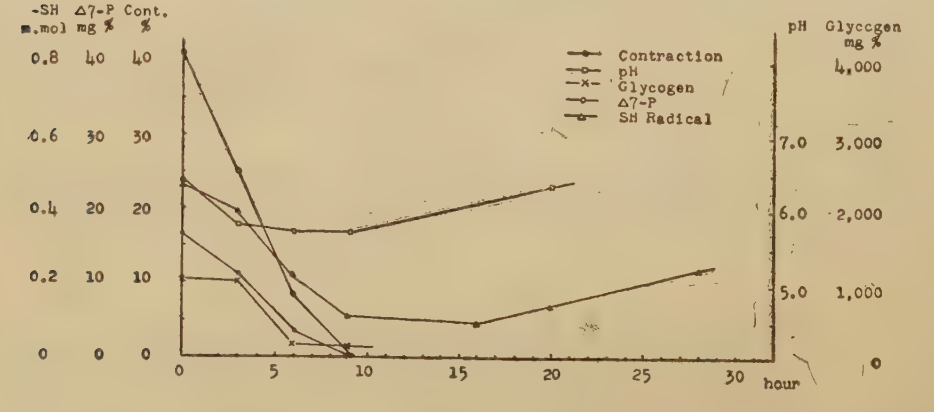


Fig. 3. Changes in contraction, pH, glycogen, *Δ*7P-P and free SH group of the muscle of red-snapper during storage at 20° C., which fish was decapitated immediately after catch.

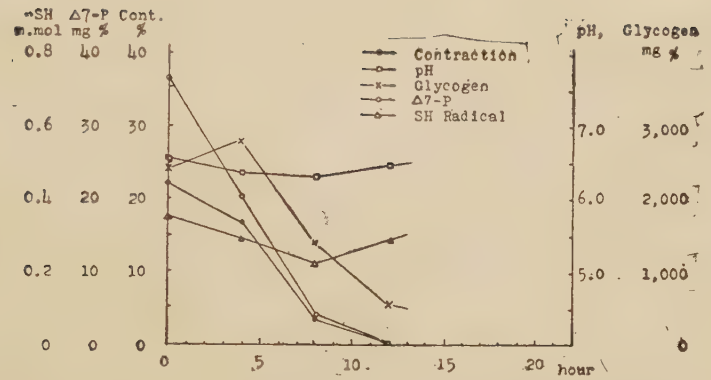


Fig. 4. Changes in contraction, pH, glycogen, Δ7P-P and free SH group of the muscle of carp during storage at 30°C., which fish was decapitated immediately after catch

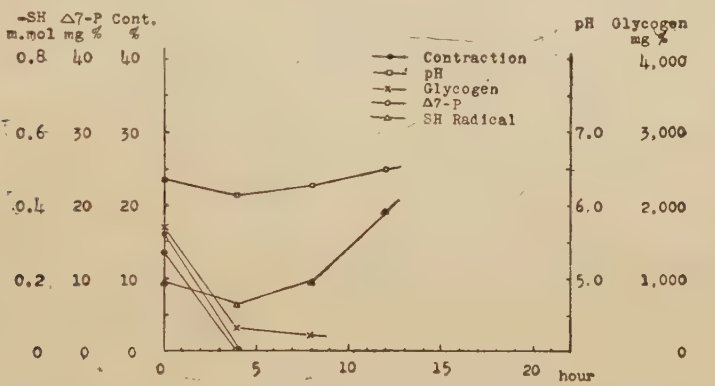


Fig. 5. Changes in contraction, pH, glycogen, Δ7P-P and free SH group of the muscle of carp during storage at 30°C., which fish was decapitated after struggling.

20°C，コイは 30°C）に放置し，随時取出して実験に供した。筋肉は背側筋を用い，PH 値，Δ7P-P，グリコーゲン量，遊離 SH 基，"洗い" に依る筋肉の縮み等は前報[2] と同様の方法で行つた。

結　　果

結果は第1図乃至第5図に示すようである。即ち直殺区に於けるサバ及びタイでは，"洗い" に依る縮み ATP 量，遊離の SH 基等の変化では魚種に依る差異は少く，僅に pH 値及びグリコーゲンの減少速度が異つて解糖作用はサバの方が早い結果を示しているが，どちらも共に死後9時間内外で死後硬直が完了し，15～20 時間で解硬が始まつている。コイの場合は実験の関係で 30°C に放置したのであるが，タイ，サバに比較して死後硬直の進行が遅く，死後 12 時間で完了したように見える。しかし実際には時間の間隔の取り方が異つた為で，曲線の傾斜から考えるとタイ，サバと同様に死後9時間頃には縮み及び Δ7P-P は共に零となつておつたのではないかと思われる。更にコイの場合に於てはタイ，サバに比較して，解糖作用は一層遅いことが観察された。

次に苦悶死区のものを直殺区のものと比較するとサバ，コイ共に既に死直後に於て，筋肉の収縮度，ATP 量，グリコーゲン量は甚だしく減少し，また筋肉の pH 値や遊離 SH 基の数も低い結果を示している。特に Δ7P-P 量は苦悶に依つて，コイは 35 %，サバは 53 % に，グリコーゲン量はサバは 35 %，コイは 60 % に減少し，pH 値はサバは 6.4 から 5.7 に，コイは 6.5 から 6.1 と低下し，"洗い" に依る筋肉の縮みも約 70 % に減少した。また遊離 SH 基の数も共に僅かではあるが減少している。従つて死後硬直完了期もサバの直殺区は死後9時間内外を要したものが苦悶死区は 5～6 時間で，コイの場合にも直殺区は 9

～10 時間であるのに対して，苦悶死区は 4 時間以内と殆んど半分の時間で完了している。

考　　察

上述したように死後の変化を，"洗い" に依る筋肉の縮み，Δ7P-P 量，グリコーゲン量，pH 値，遊離の SH 基等の変化から考察すると，死後硬直完了時間は魚種に依る差異よりは死殺時の苦悶，即ち死殺直前の激しい運動の方が強く影響し，魚種に依る差異は小さい。勿論死後に於ける解糖作用は pH 値及びグリコーゲンの減少速度から考えて，サバが最も早くコイが最も遅い結果を示し，この影響が死後の ATP の減少，従って "洗い" に依る筋肉の縮みや遊離 SH 基の減少等に影響することが認められるが，死後に於ける解糖作用の遅速よりも死殺時の激しい苦悶，運動に依る影響の方がはるか強く反映するように思われる。別の実験に於ても，一本釣りのサバを直ちに延髄刺殺すれば 10°～20° C の気温で漁獲 13 時間後に於いても未だ肉色は透明で，"洗い" に依る縮みや ATP 含有量も多く，死後硬直完了前であつたのに対し，空気中に放置し，苦悶に依つて死に到らしめたものは漁獲後 9 時間で既に解硬し軟化して鮮食出来ず，死殺方法の影響が強く認められた。しかし定置網で漁獲し，死殺前に激しい運動を行つたソーダガツオに於ては，延髄刺殺と自然死との間には余り顕著な差異が見られなかつた実例もあつて，死殺直前の苦悶，運動の影響は極めて大きいと考えられる。特にサバの場合はコイに比較して極めて短時間の苦悶であるのに pH の低下，グリコーゲンの減少が甚しく，またこの際の ATP 量の減少量が少いことは，苦悶時に於ける解糖作用が盛んでグリコーゲンが消費されると同時に ATP の再合成，補給も盛んに行われるが，コイの場合には解糖作用が遅く従つてグリコーゲンの減少も少いが同時に ATP の再合成，補給量も少いと考えると，このような赤色魚肉魚類の生活時の解糖作用は白色魚肉魚類に比較して旺盛であると云うように思われる。更に一般にサバ，カツオ，イワシのような赤色魚肉の魚類は漁獲若くは羅網の際には極めて激しい運動を行うと共に，生前の筋肉中のグリコーゲン量が多く，且つ解糖作用も早いので，死直後に於ける pH 値の低下が早く，普通 6.0 以下となり，従つて Bate—Smith[3] が述べているように，死後 ATP 等の再合成を行う酵素作用は阻害され，無機燐酸に分解する酵素作用が促進されて急速に死後硬直が完了されることが予想される。一方白色魚肉を有する魚類は一般に筋肉内のグリコーゲン量が少く，且つ苦悶時の解糖作用も遅いと推察され，漁獲時の苦悶，運動も亦赤色魚肉魚類に比較すると極めて小さい。従つて通常漁獲の際に於ける筋肉内の ATP 量の消費や pH 値の低下が小さく，pH 値も 6.5 内外であるので死後に於いても ATP 等の再合成が行われる可能性が多く，死後硬直への移行も比較的長時間を要するのであろうと考えられる。

即ちこのような観点から赤色魚肉魚類と白色魚肉魚類の鮮度低下の速度が異る原因は肉質本来の自己消化酵素作用又は解糖作用等の死後の影響の差異と云うよりは，漁獲より死に到る間の苦悶運動に基く生前の解糖作用の影響の方が大であつて，サバ及びカツオのような回游性の赤色魚肉魚類も，漁獲及び死殺の際の苦悶，運動を少くして，筋肉内の pH 値，グリコーゲン量及び ATP の保持量等を高い状態で保持したまゝ死殺すれば，白色魚肉魚類であるタイ或はコイ等と殆んど異ることなく或る程度死後硬直期間を延長することが出来，長時間生きの良さを保つことも可能であるように思われる。

摘　　要

（1） 鮮度低下が早いと云われる赤色魚肉魚類と，そうでない白色魚肉魚類の死後硬直期間の差異を見る為に，断頭死及び苦悶後断頭死を行つたタイ，コイ及びサバについての死後に於ける筋肉の "洗い" の現象に依る縮み，Δ7P-P 量，グリコーゲン量，pH 値，遊離 SH 基等の変化を比較した。

（2） 死後硬直時に於ける魚種に依るこれらの変化の差異は小さく，却つて死殺前の苦悶，運動に依る影響の方が極めて影く出現する。

（3） 魚種間の鮮度低下の差異は漁獲時の苦悶，運動に依る影響が強いと考えられるので，死殺前の苦悶，運動を少くし，死殺時の筋肉の pH 値及びグリコーゲン量，ATP 量を高めることに依つて，回游性の赤色魚肉魚類も，定着性の白色魚肉魚類と同様に或る程度死後硬直期を延長することが出来，生きの良さを保つことも可能であると考えられる。

文　　献

1） 大谷武夫：水産学会報，**5**，1928.

2） 野口栄三郎・山本常治：日水会誌，**20**，1020～2 (1955).

3） E.C. Bate-Smith and J.R. Bendall：*J. Phisiol.* **106**，177～185，(1947).

天然ビタミン油よりビタミンA濃縮物を経済的に製造する方法の研究—Ⅳ. ビタミンA濃縮物のエステル化（其の1） 酸クロリドによるアセチル化並にパルミチル化

衣 巻 豊 輔
（東海区水産研究所）

Studies on the Economical Manufacture of Vitamin A Concentrate from Fish Liver Oil—Ⅳ. Esterification of Vitamin A Concentrate 1. Acetylation and Palmitylation with Acid Chloride

Toyosuke KINUMAKI

Conditions of esterification of vitamin A concentrate with acid chloride were examined.

Ⅰ. Acetylation

Method. Acetyl chloride in benzene was added slowly with stirring to vitamin A concentrate in benzene and pyridine under a stream of inert gas. After standing, water was added with vigorous stirring to dissolve pridine hydrochloride. The reaction mixture was then poured into a separating funnel and washed with 3% HCl, water, 2% KOH and finally with water. Acetate of vitamin A concentrate was obtained after evaporating benzene off.

Result. The rate of acetlylation was examined by means of refractive index. Acetylation was performed so rapidly that reaction time for 5 min. was enough to complete esterification. More than 1.8 mole of acetyl chloride per 1 OH of vitamin A concentrate and 1.5 mole of pyridine per 1 mole of acetyl chloride were needed for perfect esterification (table 1).

Vitamin A recovery in the process of acetylation was almost 100% except for cases such as vitamin A concentrate contaminated with fatty acid or impure acetyl chloride was used (tables 3, 4 and 5).

Change of vitamin A to anhydrovitamin A was not occurred in acetylation (table 2).

Ⅱ. Palmitylation.

Method. Palmityl chloride in benzene was run into benzene dissolving vitamin A concentrate and pyridine. Water was added after stadding for some time. The reaction mixture transferred into a separating funnel was washed with 3% HCl, water, then with 30—50% methanol containing 2% KOH. Methanol used for washing was extracted several times with fresh benzene. Both the initial benzene and the extracts were combined and washed with 30% methanol and finally with water. Benzene was distilled. Acetone was added to the remainings and heated. After cooling for a night in a refrigerator, the acetone solution was filtered to remove the precipitate. Benzene was added into the remainings from which acetone had been distilled, and the benzene solution was washed with methanol containing KOH and then with water. After benzene had been driven off, palmitate of vitamin A concentrate was obtained.

The author assumed that the above precipitate was palmityl anhydride, because its m. p. was 62°C, molecular weight (observed) 475 and because it was very slowly hydrolyzed with alkali

1955 年 2 月 28 日受理 （印刷費負担） 東海区水産研究所業績 B第 199 号

solution.

Result. Reaction time for 10 min., 1.5 mole of palmityl chloride per 1 OH of vitamin A concentate and 1 mole of pyridine per 1 mole of palmityl chloride were enough to complete esterification (table 6).

Vitamin A recovery by palmitylating process was almost 100 % (table 7). But if the washing with alkali before acetone treatment had been omitted, vitamin A recovery decreased to about 90% (tables 8 and 9). Therefore, washing with alkali before and after actone treatment may be needed for good recovery.

緒　　言

ビタミンA（以上単にAと記す）濃縮物或は合成Aを強化食品，医薬用等に使用する場合，従来は Palmitate 又は Acetate としている。A-alcohol を使用せず，これらのエステルを使用する根拠は A-alcohol に比し，A-ester の方が従来の試験成績によれば安定である点にあるらしい。併し防腐化剤に関する研究が進み，A-alcohol でも安定化し得るに到つたので，エステルとして使用する根拠は殆どなくなつたが，Aを濃縮し，精製する工程に於てエステルとした方が有利な場合もあるし，市販されるA剤がエステルである為一般にAのエステル化が行われている。

A濃縮物或は純Aの Aliphatic ester の製造は，1931 年に KARRER[1]がA濃縮物の Acetate を得て以来，MEAD[2], BAXTER[3] 等及び川上等[4] などにより行われているが，彼等は単にAのエステルを研究的に製しただけで，試薬の量やAの回収率等についての検討は報告していない。

著者はA濃縮物を経済的に製造するという見地からエステル化の条件を吟味しその最適条件を得んとした。

実　験　の　部

I．アセチル化

1）装　置

図に示すごとき装置を用いた。

2）試　薬

ベンゾール　化学用

ピリヂン　特級又は1級を脱水，蒸溜して使用す。

アセチルクロリド　特級又は1級。析出物を有し，ベンゾールに溶解して白濁するようなものはエステル化に際し不良な結果を与えることが多い。

3％塩酸水

1～2％苛性カリ又は苛性ソーダ液

3）実験方法

試料を適当量のベンゾールに溶解し，反応容器に入れ，これにピリヂンを加える。別にアセチルクロリドをベンゾールに溶解して置き乾燥した不活性ガス（N_2 又は H_2）*を通じ攪拌しつゝ除々に加える。

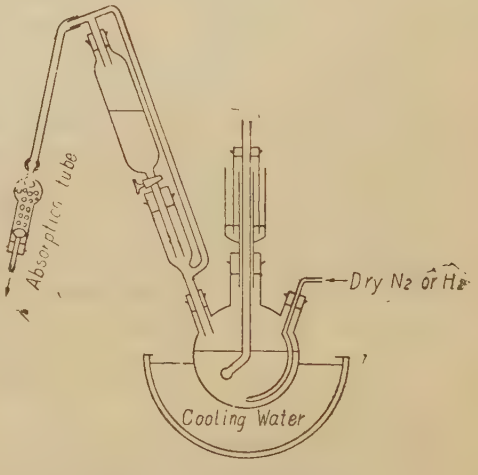


Fig. 1. エステル化装置
Apparatus for esterification

クロリドを加え終えた時，攪拌を止め，不活性ガス中に一定時間放置する。次に反応液に攪拌しつゝ水を加え塩酸ピリヂンの沈澱を完全に溶解せしめ，これを分液漏斗中に移し，初め約3％の HCl 水で下層が酸性となる迄洗い，ついで1回水洗した後1～2％のアルカリ液で，1回洗滌する。次に下層が中性となる迄水洗後，上層のベンゾール層のみを取りベンゾールを溜去し，試料の Acetate を得る。

4）実験結果

I）エステル化条件の検討

---

* CO_2 は不可

エステル化に関する要因は多々あるが，著者は反応温度を室温程度とした時の反応時間，アセチルクロリド量，ピリヂン量を変えた場合のエステル化の程度を調べた。エステル化の程度を知るには，試料の重量，鹸化価或いは屈折率等のいづれを測定してもよいが，測定が容易で比較的正確な値を得やすいので屈折率をもつてエステル化の程度を示すことにした。尙試料のAが純品であればエステル化に必要なアセチルクロリド理論量は容易に算出出来るが，著者の試料はA濃縮物であつてA以外の物質を含んでいる為，エステル化の完了した時の鹸化価を測定し，それより OH 基1個に対するアセチルクロリドの理論量を算出した。

得られた結果を第1表に示す。

Table 1. 反応時間，アセチルクロリド量，ピリヂン量のアセチル化に及ぼす影響

Effect of reaction time, amounts of acetyl chloride and pyridine on th rate of acetylation.

Test. 1. 反応時間と屈折率との関係

Relation between reaction time and refractive index.

反応時間 Reaction time (min.)	屈折率 Refractive index (n_D^{40})
0	1.5380
5	1.5190
10	1.5190
30	1.5190
60	1.5190

原A濃縮物単位 Potency of originae concentrte : 868,000 U.S.P.U./gr.
反応温度 Reaction temp. : 17°C
アセチルクロリド量 Amount of acetyl chloride : 2 moles/1 OH of orig. conc.
ピリヂン量 Amount of pyridine : 1.5 mole/1 mole of chloride

Test 2. アセチルクロリド量と屈折率との関係

Relation between amount of acetyl chloride and refractive index.

アセチルクロリド量 Amount of acetyl chloride (Mole/1 OH of orig. conc.)	屈折率 Refractive index (n_D^{40})
0	1.5610
1	1.5487
1.5	1.5480
1.8	1.5470
2	1.5470
3	1.5470

原A濃縮物単位 Potency of original concemrat : 1130,000 U.S.P.U./gr.
反応温度 Reaction temp. : 22°C
反応時間 Reaction time : 60 min.
ピリヂン量 Amount of pyridine: 2 moles/1 mole of acetyl chloride

Test 3. ピルヂン量と屈折率との関係

Relation between amount of pyridine and refractive index.

ピリヂン量 Amount of pyridine (Mole/1 mole of acetyl chloride)	屈折率 Refractive index (n_D^{40})
0	1.5610
1	1.5480
1.5	1.5470
2	1.5470
3	1.5470

原A濃縮物単位 Potency of original concentrate : 1130,000 U.S.P.U./gr
反応温度 Reaction temp. : 20°C
反応時間 Reaction time : 60 min.
アセチルクロリド量 Amount of acetyl chloride : 2 moles/1 OH of orig. conc.

これより見るとエステル化は比較的短時間で完了し，従来の文献に見られる如き長時間の放置（例えばBAXTER 等によれば2時間）は意味がないことが判つた。アセチルクロリド量は理論量の 1.8 倍以上使用すれば，完全にエステル化されることを知つた。この量は BAXTER 等の報告による 1.12 倍より過剰であるが，アセチルクロリドは水分による影響を受けやすいし，実験に使用した試薬の純度も不明であるから，尙精密な実験を行えばこの量を減ずることも可能であろう。ピリヂン量はクロリド 1 Mol に対し 1.5 Mol 以上あれば充分で従来の文献より少量でよい。尙A濃縮物のエステル化に際し，ピリヂン量を減ずればAが

Table 2. A濃縮物及び Acetate 中の Anhydrovitamin A 含量
Content of anhydrorovitamin A in vitamin A concentrate and its acetate

	アンヒドロビタミンA含量 Content of anhydro-vitamin A
	%
原 A 濃 縮 物 Original vitamin A concentrate	1.20
Acetate—Ⅰ*	1.27
Acetate—Ⅱ**	1.08

* アセチルクロリドを理論量の2倍，ピリヂンをクロリド量の1倍使用して得た Acetate.
Acetylated with 2 moles of chloride per 1 OH of orig. conc. and 1 mole of pyridine per 1 mole of chleride.

** アセチルクロリドを理論量の2倍，ピリヂンをクロリド量の1倍使用して得た Acetate.
Acetylated with 2 moles of chloride per 1 OH of orig conc and 1.5 mole of pyridine per 1 mole of chloride.

Table 3. アセチル化に於けるビタミンA回収率
Vitamin A recovery in acetylation

原料 Material	ビタミンA濃縮物 Vitamin A concentrate			アセテイト Acetate			ビタミンA回収率 Vitamin A recovery
	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E value ratio 300/328	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E value ratio 300/328	
マツコウ鯨分子蒸溜油 Molecular distillate of sperm whale liver oil	g 20.5	×10⁴ U.S.P.U. 258	0.626	g 23.2	×10⁴ U.S.P.U. 242	0.605	% 102
〃	7.865	210	——	8.758	184	——	97.5
〃	24.4	231	0.620	27.5	200.8	0.603	98.1
〃	0.3098	89.3	——	0.3396	76.0	——	96
鯨分子蒸溜油 Molecular distillate of whale liver oil	530	65.2	0.717	551	59.9	0.698	95.5
〃	27.3	203	——	31.0	179.9	——	101.5
マグロ肝油 Tuna liver oil	10	135	0.635	10.8	118	——	96.3
メヌケ肝油 Rock fish liver oil	15	244	——	17.2	203.4	——	95.5
アブラザメ肝油 Dog fish liver oil	8.2	67.6	——	9.3	56.5	——	94.7
スケソウ肝油 Pollack liver oil	5.2	178.3	——	5.8	157.7	——	98.2

Table 4 アセチル化に於けるビタミンA回収率（不純な試料を使用した場合）
Vitamin A recovery in acetylation (Vitamin A concentrate contaminated with fatty acid was used)

原料 Material	ビタミンA濃縮物 Vitamin A concentrate			アセテイト Acetate			ビタミンA回収率 Vitamin A recovery
	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E value ratio 300/325	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E valut vatio 300/328	
マツコウ鯨分子蒸溜油 Distillate of sperm whale liver oil	g 0.654	×10⁴ U.S.P.U. 171.8	——	g 0.587	×10⁴ U.S.P.U. 144.6	——	% 82.1
〃	622	95.2	——	573	95.0		92
鯨分子蒸溜油 Distillate of whale liver oil	568	136	0.666	605	111.5	0.662	88

Anhydrovitamin A に変る懸念があつたので，原試料及び出来た Acetate 中の Anhydrovitamin A を定量した。その結果を第2表に示す。

この結果によればエステル化に際してAのアンヒドロ化は殆ど起らない。

Ⅱ） A回収率

種々な肝油より得たA濃縮物を試料としてアセチル化を行いAの回収率を求めた。この際エステル化の条件としては安全率を考慮し，時間を1時間，アセチルクロリドを理論量の2倍，ピリヂンをアセチルクロリド 1Mol に対し 2Mol の割合として実験を行つた。

Table 5. アセチル化に於けるビタミンA回収率（不純なアセチルクロリドを使用した場合）
Vitamin A recovery in acetylation (impure acetyl chloride was used)

原料 Material	ビタミンA縮濃物 Vitamin A concentrate			アセテイト Acetate			ビタミンA回収率 Vitamin A recovery
	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E value ratio 300/325	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E value ratio 300/328	
	g	$\times 10^4$ U.S.P.U.		g	$\times 10^4$ U.S.P.U.		%
分子蒸溜油 Molecular distillate of fish liver oil	22.6	80.7	0.66	22.6	71.3	0.65	88.3
サメ肝油 Shark liver oil	7	136	0.76	7.3	114.5	0.77	87.8
カジキマグロ肝油 Marlin and sword fish liver oil	8.14	101	——	7.33	81	——	76.7
〃	6.5	90.5	——	6.84	77.1	——	90.2

その結果は第3表の如くである。

A回収率は 95～100%で操作に注意して行えばアセチル化によるAの損失は殆ど無い。併しA濃縮物の中に石鹸を含む場合はアセチル化した後 Acetate 以外の不純物を除く際にアルカリ液で洗滌の時エマルジョンを形成し一部のAを洗液中に損失し勝ちで回収率は悪くなる。その例を第4表に示す。

勿論洗滌する際メタノールを使用し新たなベンゾールを以て数回抽出して洗液よりAを回収することは出来るが，この様な操作は特に工業的に実施する場合望ましくないのでアチチル化すべき濃縮物を可及的に脂肪酸を含まぬ様にする事が必要である。

アセチルクロルドの品質によりアルカリ洗滌，及び酸洗いに際してエマルジョンとなりAの損失を来たすことがある。また一般にA濃縮物の吸光比はアセチル化により低下するが，この場合は第5表に示す如く，吸光比があまり変らないか，却って増大している。これは不純なクロリドを使用した為と考えられる。

Ⅱ．パルミチル化

1) 装　置

アセチル化の場合と同様な装置を使用した。

2) 試　薬

ベンゾール　化学用
ピリヂン　特級又は1級品を脱水蒸溜したもの。
パルミチルクロリド　日本油脂株式会社製のものをそのまゝ使用した。村井，赤染の方法[5]で測定した結果はパルミチン酸として 0.13 % の遊離酸を含む。
3 %塩酸水
2 %苛性カリ稀メタノール溶液　メタノール濃度 30～50 %
アセトン　化学用を脱水蒸溜したもの。

3) 実 験 方 法

ベンゾールに溶解した試料を反応容器に入れ，これにピリヂンを加え，不活性ガスを通じ攪拌しつゝ，ベンゾールに溶解したパルミチルクロリドを加える。一定時間放置後，攪拌しつゝ水を加え塩酸ピリヂンの沈澱を溶解せしめ，更に分液漏斗に移し，初め約3 %の HCl 水で洗滌し，水洗後2 %苛性カリを含む 30 %～50%のメタノール溶液にて下層が微アルカリ性となる迄洗滌する。洗液は新たにベンゾールにて数回抽出しAを回収する。初めのベンゾール液と洗液のベンゾール抽出液を合し，30 % メタノールで1回洗滌後下層が中性となる迄水洗する。ベンゾール溜去後，得られる粗 Palmitate にアセトンを加え加熱溶解した後，不活性ガスを充塡し一夜冷蔵庫中に放置したる後，析出物を濾別する。析出物はアセトンでよく洗滌しAを回収する。濾液及び洗液を合しアセトンを溜去した後ベンゾールに溶解，アルカリ性稀メタノール溶液で洗滌，水洗後ベンゾールを溜去しA濃縮物の Palmitate を得る。

以上の操作を前のアセチル化の操作と比較すればアルカリ洗いにメタノールを使用したこと及びアセトン処理を行つた2点が異つている。メタノールを使用した理由はパルミチル化の場合，単に反応液をアルカリ水で洗滌しただけではエマルジョンとなり，過剰の試薬より来るパルミチン酸をAの損失なく除去することが出来ぬからである。又メタノールを使用するとビタミンAの一部を洗液中に損失するので，洗液よりAの

回収操作を行う必要がある。

又この操作を行うことによりパルミチン酸は殆ど完全に除去されるが，得られた粗パルミテイトは猶高融点の不純物を含むのでこれを除去する為にアセトン処理が必要となる。この不純物は融点 62°（未補正）分子量 475（実測）で，アルカリ水で除々に加水分解される点よりパルミチン酸の無水物でないかと考えるが*，詳しい確認は行わなかつた。このものは加熱すればアセトンに溶けるが室温ではパルミチン酸より更に難溶で殆ど不溶であるからアセトン処理により容易に除去出来る。又アセトン以外の溶剤として石油エーテルについても試験したが，アセトンよりやゝ多量に不純物を溶し，結晶が大型に析出して濾過がやゝ困難であるので，アセトンを使用することにした。

4) 実 験 結 果

I) エステル化条件の検討

反応時間，パルミチルクロリド量，ピリヂン量を変えた場合のエステル化の程度を調べた結果を第6表に示す。

Table 6 反応時間，パルミチルクロリド量，ピリヂン量のパスミチル化に及ぼす影響
Effect of reaction time, amounts of palmityl chloride and pyridine on the rate of palmitylation

Test. 1 反応時間と屈折率との関係
Relation between reaction time and refractive index

反応時間 Reaction time (min)	屈折率 Refractive index (n_D^{40})
0	1.5260
10	1.5011
30	1.5011
60	1.5011
120	1.5019

原A濃縮物単位 Potency of original concentrate : 730,000 U.S.P.U./gr.
反応温度 Reactirn temp : 15°C
パルミチルクロリド量 Amount of palmityl chloride : 2 moles/1 OH of orig. conc.
ピリヂン量 Amount ofpyridine : 1.5 moles/1 mole of palmityl chloride

Test 2. パルミチルクロリド量と屈折率との関係
Relation between amount of palmityl chloride and refractive index.

パルミチルクロリド量 Amount of palmityl chloride (Mole/1 OH of orig. conc.)	屈折率 Refractive index (n_D^{40})
0	1.5260
1	1.5049
1.5	1.5011
1.8	1.5010
2	1.5011
3	1.5011

原A濃縮物単位 Potency of original concentrate : 730,000 U.S.P.U./gr.
反応温度 Reaction temp. : 15°C
反応時間 Reaction time : 60 min.
ピリヂン量 Amount of pyridine: 1.5 mole/1 mole of palmityl chloride

Test 3. ピリヂン量と屈折率との関係
Relation between amount of pyridine and refractive index.

ピリヂン量 Amount of pyridine (Mole/1 mole of palmityl chloride)	屈折率 Refractive index (n_D^{40})
0	1.5260
1	1.5011
1.5	1.5008
2	1.5011
3	1.5011

原A濃縮物単位 Potency of original concentrate : 730,000 U.S.P.U./gr.
反応温度 Reaction temp. : 15°C
反応時間 Reaction time : 60 min.
パルミチルクロリド量 Amount of palmityl chloride : 2 moles/1 OH of orig. conc.

Table 7 パルミチル化に於けるビタミンA回収率
Vitamin A recovery in palmitylation

原料 Material	ビタミンA濃縮物 Vitamin A concentrate			パルミテイト Palmitate			ビタミンA回収率 Vitamin A recovery
	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E value ratio 300/325	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E value ratio 300/328	
	gr.	$\times 10^4$ U.S.P.U.		gr	$\times 10^4$ U.S.P.U.		%
混合肝油 Mixed fish liver oil	2	115.8	0.794	3.8	62.9	0.774	103
〃	4.2	114.8	0.717	6.8	89.0	——	99

Table 8 パルミチル化に於けるビタミンA回収率
（アセトン処理前のアルカリ洗いを省略した場合）
Vitamin A recovery in palmitylation (With washing with alkali before acetone treatment

原料 Material	ビタミンA濃縮物 Vitamin A concentrate			パルミテイト Palmitate			ビタミンA回収率 Vitamin A recovery
	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E value ratio 300/325	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	吸光比 E value ratio 300/328	
	gr.	$\times 10^4$ U.S.P.U.		gr.	$\times 10^4$ U.S.P.U.		%
イシナギ肝油 Ishinagi liver oil	5.94	276.5	0.659	11.06	132.1	0.645	89
〃	9.7	221.5	——	17.2	111.4	——	89.3

Table 9. アセトン処理前のアルカリ洗い省略した場合としない場合のビタミンA回収率の比較
Comporison of vitamin A recovery with and without washing with alkali bebore acetore treatment.

	処理 Treatment	重量 Weight	単位 Vitamin A potency	回収率 Vitamin A recovery for orig. conc.	前処理に対する回収率 Vitamin A recorery for pre-treatment
	原A濃縮物 Original vitamin A concentrate	gr. 3.6	$\times 10^4$ U.S.P.U. 173	% ——	% ——
アルカリ洗いを省略した場合 Without washing with alkali before acetone treatment	1. 酸洗い後 After wahhing with acid	10	55.8	89.2	89.2
	2. アセトンにて不純物除去後 After acetone treatmet	7.24	77.1	89.5	100.0
	3. アルカリ洗い後 After washing with alkali	6.38	86.5	88.6	99
アルカリ洗いを省略しない場合 With washing with alkali before acetone treatment	原A濃縮物 Original vitamin A concentrate	3.7	118	——	——
	1. 酸洗いアルカリ洗い後 After washing with acid and alkali	7.6	57.6	100	100
	2. アセトン処理後 After acetore treatment	5.74	75.4	99.1	99.1
	3. アルカリ洗い後 After washing with alkali	5.18	81.9	97.4	98.2

エステル化程度はエステル化物の屈折率によつた。

これより見るとパルミチル化は従来云われていたよりも極めて短時間に完了し反応時間は 10 分間でも充分である。又パルミチルクロリドの量は理論量の 1.5 倍以上，ピリヂン量はクロリド 1 Mol に対し 1 Mol 以上あればよい。但しピリヂン量は 1 Mol 程度では反応後水を加えてもパルミチン酸クロリドが完全に分解されず残存し，Aの収率を落す原因となることがあるから 1.5 Mol 程度使用すれば安全である。

Ⅱ） Aの回収率

この方法によるパルミチル化に於けるAの回収率は第7表に示す如く 99～103 % で殆どAの損失はない。

* $RCOCl+C_5H_5N\rightarrow C_5H_5\overset{\oplus}{N}(RCO)\overset{\ominus}{Cl}$
$2C_5H_5\overset{\oplus}{N}(RCO)\overset{\ominus}{Cl}+H_2O\rightarrow(RCO)_2O+2C_5H_5\overset{\oplus}{N}H\overset{\ominus}{Cl}$
} なる反応より酸無水物が出来ることは従来より知られている。[6]

猶 Palmitate 製造操作はかなり繁雑であるので，前後2回行っているアルカリ洗滌操作の内一方を省略することを考え，最初のアルカリ洗滌を行わず酸洗い後水洗のみを行ってみたところ第8表に示す如くA収率が約 90 % で非常に悪かった。そこでこの原因をたしかめる為各操作後の回収率につき最初のアルカリ洗滌を省略した場合と省略しない場合を比較してみたところ第9表の結果を得た。

これより見ると最初のアルカリ洗いがAの回収率をよくする為には必要であることがわかった。

摘　　要

A濃縮物のクロリドによるアセチル化及びパルミチル化の条件を吟味し次の結果を得た。

1) 反応時間は極めて短時間でよく，5～10 分にて殆ど完全にエステル化が行われる。
2) 所要クロリド量はアセテイトの場合は 1.8 倍，パルミテイトの場合は 1.5 倍で充分である。
3) ピリヂンはクロリド 1 Mol に対し 1.5 Mol 使用すれば充分である。
4) エステル化によるAの損失は殆ど無い。

本研究に当り始終御指導下さった東秀雄博士に深謝いたします。

文　　献

1) T. Karrer : *Helv. chim. Acta*, **14**, 1431 (1931).
2) T.H. Mead : *Biochem. J.*, **33**, 538 (1939).
3) J.G. Baxter and C.D. Robeson : *Science*, **92**, 203 (1940); *J. Am. Chem. Soc.*, **64**, 2411 (1942), **69**, 136 (1947).
4) 川上行蔵・山本巌夫 : 理研彙報, **13**, 1524 (1934).
5) 村井孝一・赤染義一 : 油化協誌, **4**, 48 (1955).
6) N.O.V. Sonntag : "The Reaction of Aliphatic Acid Chloride", *Chem. Rev.*, **52**, 294 (1953).

雑　　録

○原水爆製造實験反対，及び国立水質研究所設立に関し日本学術会議への訴え

本年度開催の各分科会に於て，原水爆製造実験使用の反対に関し，又水産増殖分科会に於ては国立水産水質保護研究所の設置に関し，本学会の要望として日本学術会議へ申入れることが決議されたが，11 月 29 日開催の理事並に評議員会に於て，これに関する手続上，起草委員を選出し申入れ原案の起草を依頼することとなり，「原水爆禁止」については，岡田彌一郎，大島泰雄，天野慶之，内橋潔の四氏を，又「水質研究所設立」に関しては岡田彌一郎，大島泰雄，松江吉行，須藤俊造の四氏を推薦し，原案起草をお願いしたが，右は夫々下記の如く 2 月 14 日附を以て，日本学術会議長茅誠司宛提出の手続を採つた。

原水爆製造実験反対の訴え

ビキニ海域の水爆実験がその周辺の地域に及ぼした影響は，物的並に精神的に深刻なものがあり，特に日本の水産業が蒙つた被害は，マグロ漁業を始めとしてその他漁業，加工業にまで波及し，真に未曾有の災害として記録さるべきものがある。

水爆実験の結果，放射能を帯びた魚類に関する研究結果によれば差当つてはその筋肉中には汚染の程度が小さく，且つ有害放射性元素の存在も少いとのことであるが，これが直ちに放射能汚染魚の全面的な安全さを保証するものでないことはそもそも人体に可及的に放射能の影響を少くすることが，保健上の原則であることを述べた米国標準局ハンドブック 52 号に徴しても明かである。

いわんや，これによつてビキニその他の水域に於て今後，実験を継続するための，一部といえども根拠とすることは許されないのは勿論，仮りに魚体の汚染が少いとしても，広範な海域にまで汚染が拡大して，長く水産資源に放射性元素をのこす事は俊鶻丸調査の結果明かであり，今後この種の実験が行われることは，汚染を新たに追加する事態をひき起すものである。

いわゆる原爆マグロの名の下にマグロ市場の受けた経済的打撃については事新しく述べるまでもないが実験時の漁船の航行制限によつて，マグロ漁業はもとより，その発展のための基礎調査が不利益をうける事も無視し難いものがある。

即ちこの実験によつて水産業は業界，学界とも，一般国民の受ける打撃以外に更に甚しい被害を受けざるを得ないであろう。日本水産学会は 1954 年の各分科会を通じて，ビキニ海域並に，日本に直接，間接に影響ある地域に於ける原子兵器実験の反対を表明したのであるが，こゝにあらためて全会員の意志を結集して，原水爆製造並に実験の禁止をひろく世界に訴えるため，然るべき措置をとらるゝよう，日本学術会議に要望する次第である。

昭和 30 年 2 月 14 日

日本水産学会長　　田内森三郎

日本学術会議会長茅誠司殿

国立水質研究所の設立の訴え

近来工業の発展に伴い各種工場の排水が諸水域に流され多くの魚貝類を死滅するの実例が頻々として知られている。

為めに漁業者はその生活を脅かされ生業を失うの問題を惹き起している。

従来これが対策としては，工業者と水産業者側とが相互に協力されているがその解決には多くの困難が伴つている。

或る場合には工場排水により二次的の副産物を獲得する事も考えられ又或る時は全漁業者の生活保償が全然破壊される事もある。然し何れにしてもこれが解決は綜合的の研究調査機関の発展により科学的に行わるべきであつて従来の如き不備なる方法によりては永遠に徹底的解決は望まれない。

仍て斯かる国民の生活に関聯した大きな問題は完全にして統一ある研究機関の運営により公平なる解決の

資料を得なくてはならない。

その目的のために茲に国立水質研究所設立の実現を望む。

昭和 30 年 2 月 14 日

日本水産学会長　田内森三郎

日本学術会議会長茅誠司殿

○関東支部 2 月例会　2 月 22 日　於東京大学農学部水産学科

1. 抗生物質による鼈オタフク病の治療実験成績について　保科利一（東京水大）
2. 低張食塩水に於ける鰭赤病鰻の赤血球溶血度について　保科利一・片田清次（東京水大）
3. 魚類の頭腎に関する研究（第 1 報）頭腎部の細胞組成と二三の性状　小栗幹郎・日比谷　京（東 大 水）
4. 鮪延縄の漁獲性能について—I．釣獲分布及び材料別釣獲率　平山信夫・本多勝司（東京水大）
5. カタクチイワシの成長—I．肥満度の季節的変化　林　繁一・近藤恵一（東海水研）

○日本水産学会九州支部第 2 回例会　3 月 11 日　於長崎県水産試験場

1. 九州西岸海域プランクトン増殖期の夜光虫の食餌調査　榎本義正（西海区水研）
2. 沈着初期アサリの低比重並に高温に対する抵抗力　池　末彌（西海区水研）
3. アサリのフルグラウンラーバ　田中彌太郎（西海区水研）
4. 魚の棲息密度指数についての考察　真子　渺（西海区水研）
5. レンコダイにみられた両性生殖巣　青山恒雄（西海区水研）
6. 撒餌の分散について　浜島謙太郎・重野義彦・桑野雪延（長崎水試）

○中部支部例会　3 月 4—5 日　於静岡県水産試験場浜名湖分場

3 月 4 日

1. 青海苔の胞子付に及ぼす台風の影響について　後藤和四郎・瀬木紀男（三重県大.水）
2. オゴノリについて　瀬木紀男・後藤和四郎（三重県大.水）
3. 大きな雄ウナギの数例　中村中六（東大.水実）

（尚午前中は浜名湖地区の養鰻場，養鼈場を見学した。）

3 月 5 日　鰻のシンポヂアム　司会者　中村中六（東大.水実）

1. 鰻池の水変りについて　稲葉伝三郎（東　水　大）
2. 鰻の病気について　保科利一（東　水　大）
3. アオコの濃さと水中の明るさ　中村中六（東大.水実）
4. 三重県養鰻池における水質とプランクトンとの関係　伊　藤　隆（三重県大.水）

講演の後静岡，愛知，三重県の当業者五拾余名との間に質疑応答が行われた。

日本水産学会新着図書案内（通し番号 No. 19）

Lee, A. J., 1952 : The influence of hydgraphy on the Bear Island cod fishery. Rap. Proc.-Verb., cxxxi I, pp. 74-102.

Ministério da Viacao e Obras Publicas, Publ, no. 153. Brazil.

Mitteil. Inst. Seefisherei, Heft 4, 6.

Rund, J. T. & ϕynes, P., 1954 : Reprint from Norw. Whal. Gaz. 1954, no. 7, pp. 383-393.

Schnakenbeck, W. M., 1953 : Entwicklung des "Laichhabitus" bei Aalen.

Sci, Bull. Fac. Agr. Univ. Ryukyu, no. 1.

Scotish Home Dept. Marine Research, 1954, no. 2.

Senckenbergiana Biologica, Bd. 35, Num. 3/4.

Studies 1953 from the Stations of the Fisheries Research Board of Canada, 342 to 369.

水試月報（台湾省水試），vol. 2, nos. 1～12 (1954).

Tidsskrift for Hermetikindustri, xi, 1os 9～12.
Tulane Studies in zoology, ii, no. 2, 3.
Union of S. Africa, Div. Fish. Investigational Rep., no. 16.
Univ. i Bergen, Årbok 1954, Nr, 10, 11, 14.
World Fisheries Abstracts, v, no. 5, 6.
World Fishing, iii, nos. 9-12.

○訂　正 (ERRATA)

第 20 巻第 8 号（工場廃水の浄化方法に関する研究—Ⅰ．Ⅱ.）

Ⅰ.

頁	行	誤	正
703	4	緩躍能	緩衝能

Ⅱ. 706 頁 Fig. 1. の説明のどころで，V: pH 4.5, temp. 85°C, with live Steam が脱落している。

昭和三十年三月二十日 印刷
昭和三十年三月二十五日 発行
第二十巻 第十一号
本号定価 150 円
（送料別）

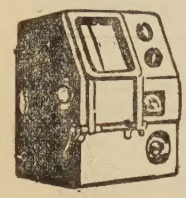
編集兼発行者 右田正男
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
発行所 日本水産学会
東京都中央区月島三号地東海区水産研究所内
振替口座 東京 59529番

印刷者 加藤松次
印刷所 株式会社 東海書房
発売所 株式会社 東海書房
東京都中野区江古田 3 の 1223
電話 中野 (38) 4101

フィッシュスラフ

NECの

小型魚群探知機



小型軽量
取扱簡便
価格低廉

営業種目

各種音響測深機
各種魚群探知機
漁業用連絡無線
電気水温計

総取扱店

海上電機株式會社

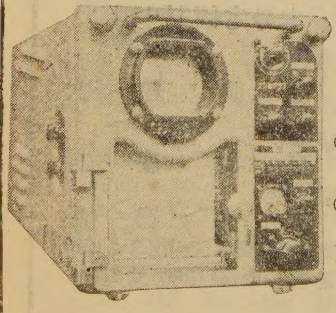
本社営業所　千代田区神田錦町 1ノ19
支　店　下　関
出張所　神戸・清水・小樽

サンケンの最新型魚探機

テレビスラフ

映像・記錄併用式
かつお…まぐろ…底曳に最適

特長



○ 魚探をしながら測深が出来る

○ 拡大探知が可能。

○ 一台分の値段で2台分の働き。

（カタログ進呈）

沼津市千本郷林1907　TEL（沼津）1626

株式会社 産研 産業科學研究所

東京事務所　東京都品川区上大崎長者丸 284の1
TEL（大崎）7438

陸水學
調査器械

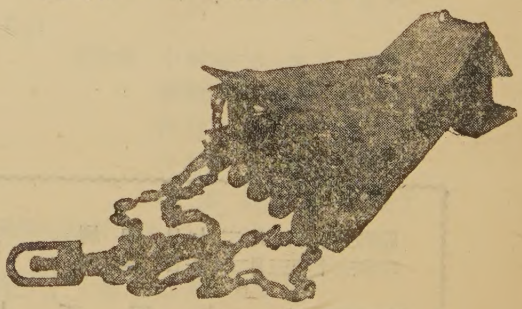
海洋觀測
水理生物

ナンセン式顛倒採水器

顛倒寒暖計（防圧式）
◇中央氣象台檢定証付◇

→英國製品及獨逸製品と比較して同等以上の性能を有します（防圧式及被圧式の二種あり）

新野式ドレッヂ（特許出願中）↓



ドレッヂ

種類	口径巾	高サ	長サ	附属
大型	60 cm	15 cm	90 cm	ロープなし
小型	45 cm	12 cm	60 cm	

登録商標

株式会社 離合社

本社　東京都千代田区鍛冶町1-2 太洋ビル
電話神田（25）0773・1513
工場　東京都・浦和市

海底写真機

PAT. No. 190739

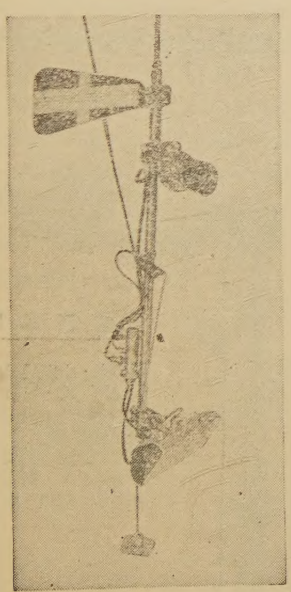
科研

特　徴

海底写真機には

懸吊型と浮揚型とあり前者は舷側からワイヤーで吊下げて撮影し，撮影に必要な一切の操作は船上より遠隔操作で行う。後者は撮影を終ると自動的に浮上する構造のものである。前者の撮影深度は大体 200 m 以内で後者は 600 m 以内であるが特殊の目的には更に深度のものもある。いづれも連続撮影可能である。

（携帯至便）



（カタログ進呈）

株式会社 **科學研究所**

東京都文京区駒込上富士前町 31 番地

TEL 大塚 (94) 1131——9

T.S.K 鶴見精機製

海洋調査観測用機器と航海計器

（捲上機）（測深儀）航海用及調査用

（手　動）250M——550M 三種

（携帯用）（河川，湖沼，石油井用）
200M。T. S. 0. 0. 型1/2馬力
T.S. バッジサーモグラフ用電動捲上機 1.5馬力

（電　動）T.S. 0 型　550M　2馬力
T.S. I 型　1500M　2馬力
T.S. II 型　3000M　3馬力
T.S. III 型　300〔M–5000M5馬力及10馬力
T.S. ヘビータイプ海洋調査用電動捲上機 15及30馬力

（自記験汐器）（水位計）水圧式，フュース式，スチブンソン式

（採水器）ナンセン式，エクマン式，北原B号，ゴム二重筒表面採水器，　T.S.トーメイ顛倒採水器（プラスチック製南日，岩宮式）
T.S.精密採水器（水平型）

（T.S.水深・水温記録計）（T.S.バッシサーモグラフ）100M. 200M. 300M.

（顛倒寒暖計）防圧，被圧，検定付

（油井用連装採水器）（蔵田氏噴井用点灯回転計）

（水色計）T.S.水色計（南日式）

（傾角度盤）深度更正表付

（採泥器）2Mピストンコーアサンプラー，ドレッヂ，スナッパー式，岩宮式筒型

（プランクトン採集器）表層，中層用，植物プランクトン用
元田，井上式垂直各層別採集器
中井，岩宮式曳航採集器（濾水計，デプスレコーダー付）中井式プランクトンネット用濾水計（発停装置付）

（深度計）岩宮 2 号，6 号

（流速計）エクマンメルツ式，プライス電音式
T.S. 自記流向流速計．港研数点流速記録計
T.S. 隔測流向流速記録計，南日式電管流速計

（波高計）T.S.小型流速計（各層連装式）

（測程儀）特許，運輸省型式承認済T.S.-E型シップログ
T.S.サイドログ

◎ 其他の海洋調査観測器機

◎ T.S.ステアリングスタンド，テレグラフ，其他の航海計器

株式会社 **鶴見精機工作所**

本社及工場　横浜市鶴見区鶴見町 1506

電話 鶴見(5) 2028

出張所　東京都港区芝新橋二丁目三八番地　電話 芝(43) 6635番
神戸市生田区海岸通二丁目二四番地((株)岸計器製作所内
電話 元町 7998 番
下関市西細江町(市民館内日本民衆産業(株)下関営業所内
電話 0045 番
函館市末広町三四番地（株式会社本郷商店内）
電話 1584 番　2447 番

待望の著述完成　第Ⅰ巻3月発行

京都大学教授　松原喜代松著

魚類の形態と検索（I）

A5判　800頁（挿図290）　ビニール特装

定価 3,200円（4月30日までに限り3,000円）〒100

【内容見本送呈　予約受付】

戦が終り各国との交通が回復してみると，魚類分類学を専攻する人でも現況を十分把握し得ない程，魚の分類学は変貌していた。しかし，著者の懸命の努力は，十数年のブランクをうづめ，日本の魚類分類学を世界的水準にこぎつけることに成功した。本書の特色は，

□1954年の終までに公表された既知種を全部収録す
□分類学上の各単位の名称に「統一語尾」を採用す
□各項目ごとに極めて詳細な文献をかかぐ
□別刷図版500種の外に本文中に挿図450を入れる
□『魚類概説』の一編を設け初学者必須事項を記述す
□防湿等利用の便を極度に考慮した特殊の製本である

第Ⅱ巻——12月発行　650頁（図160）プレート150頁　予価 3,300円

東京神田
駿河台下　石崎書店　振替東京 79048

FISH
MORPHOLOGY
AND
HIERARCHY
by
K. MATSUBARA
Prof. of Kyoto

This is the remarkable result of the researches in which prof. Matsubara put so much life and energy for the past twenty-seven years.
This is the only book on the Fish Hierarchy in Japan. The hierarchy contained in this book covers all kinds of fish, with illustra tions, which live within and around Japan and which were officially recognized up to the end of 1954.

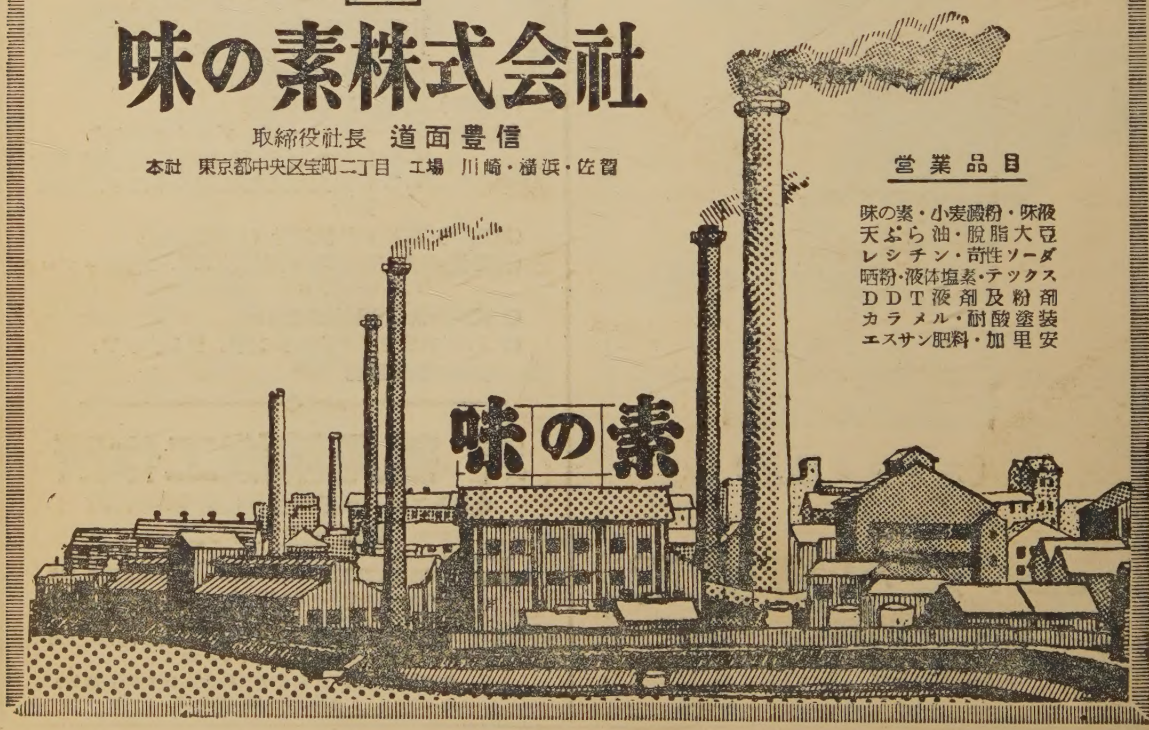
I) 800 pp. (290 figs.)　$ 14
March, 1955
II) 650 pp. (160 figs., index), 500 pls.　$ 14
Dec., 1955

ISHIZAKI SHOTEN
Publisher
24, 3-chome, Kanda
Ogawa-machi Chiyoda-Ku
Tokyo, Japan

味の素株式会社

取締役社長　道面豊信

本社　東京都中央区宝町二丁目　工場　川崎・横浜・佐賀

営業品目

味の素・小麦澱粉・味液
天ぷら油・脱脂大豆
レシチン・苛性ソーダ
晒粉・液体塩素・テックス
DDT液剤及粉剤
カラメル・耐酸塗装
エスサン肥料・加里安